



TUGAS AKHIR (RC09 - 1307)

**ALTERNATIF PERENCANAAN PERKUATAN PADA OPRIT
JEMBATAN KALI SIDODUWE TOL SURABAYA -
MOJOKERTO STA 37+300 - 37+600**

ALWIS FACHRAZ

NRP 3111 105 020

Dosen Pembimbing :

Dr. Ir. DJOKO UNTUNG

JURUSAN TEKNIK SIPIL

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2014



FINAL PROJECT (RC09 - 1307)

**PLANING ALTERNATIVE TO STRENGHTENING OPRIT AT
KALI SIDODUWE BRIDGE MAIN ROAD OF SURABAYA -
MOJOKERTO STA 37+300 - 37+600**

ALWIS FACHRAZ

NRP 3111 105 020

Lecturer :

Dr. Ir. DJOKO UNTUNG

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Faculty of Civil Engineering and Planning

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya 2014

**ALTERNATIF PERENCANAAN PERKUATAN PADA
OPRIT JEMBATAN KALI SIDODUWE TOL
SURABAYA-MOJOKERTO STA 37+300-37+600**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Geoteknik
Program Studi S-1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ALWIS FACHRAZ

NRP. 3111.105.020

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Dr. Ir. Djoko Untung
NIP. 195001301976031001



.....(Pembimbing)

**SURABAYA
JULI, 2014**

ALTERNATIF PERENCANAAN PERKUATAN PADA OPRIT JEMBATAN KALI SIDODUWE TOL SURABAYA – MOJOKERTO STA 37+375 – 37+575

Nama Mahasiswa : AlwisFachraz
NRP : 3111.105.020
Jurusan : Teknik Sipil FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. DjokoUntung

Abstrak

Pada proyek pembangunan Tol Surabaya-Mojokerto Seksi IV terdapat kali sidoduwe yang menjadi pemisah main road tol Surabaya- mojkerto, sehingga diperlukan perencanaan jembatan. Dalam hal ini akan direncanakan timbunan di dekat jembatan (oprit) yang menjadi penghubung main road dengan kepala jembatan, perencanaan dimulai dengan merencanakan bearnnya pemampatan yang terjadi pada STA 37+575-37+325dengan tinggi timbunan final (H_{final}) sisi tertinggi yang direncanakan berturut –turut sebesar 7,746 m, 6,787 m, 6,423 m, 6,90 m, 5,959 m, 5,492 m, 4,922 m, 4,088 m, 2,792 m, 2,427 m, 2,304 m.

Tinggi timbunan awal ($H_{initial}$) dan H_{akhir} (H_{final}) diman ada lama merencanakanya menggunakan persamaan yang diperoleh dari grafik perhitungan H_{awal} ($H_{initial}$) dan H_{akhir} (H_{final})

akhir(H final) dengan beban pemisalan sebesar 3 t/m^2 , 5 t/m^2 , 7 t/m^2 , 9 t/m^2 , 11 t/m^2 , 13 t/m^2 , 15 t/m^2 , 17 t/m^2 . Kemudian dilanjutkan dengan menganalisis besarnya waktu pemampatan tanpa PVD, didapat $t = 64,72$ tahun dalam hal ini waktu yang dibutuhkan untuk mencapai penurunan sebesar S_c total dengan derajat konsolidasi arah vertikal (U_v) sebesar 70% sangat lama, sehingga diperlukan perencanaan PVD agar waktu pemampatan menjadi lebih singkat.

Didapatkan kedalaman PVD pada STA 37+575-37+325 berturut – turut sebesar 17 m, 17 m, 17 m, 17 m, 17 m, 16 m, 16 m, 14 m, 11 m, 10 m, 10 m. Kemudian direncanakan PVD dengan $a = 0,10 \text{ m}$; $b = 0,05 \text{ m}$; $D = 1,050 \text{ m}$; $s = 1 \text{ m}$ pola pemasangan segitiga sehingga didapatkan waktu pemampatan sedalam PVD pada STA 37+575 – 37+325 berturut – turut sebesar 6,92 minggu, 6,92 minggu, 6,92 minggu, 6,92 minggu, 6,83 minggu, 6,83 minggu, 6,66 minggu, 6,17 minggu, 6,23 minggu, 6,23 minggu.

Untuk perkuatan pada oprit diberikan kombinasi geotextile - sheet pile dan dinding beton kantilever – geotextile. Didapatkan profil Sheet pile W-500-A100 dengan cracking moment sebesar $35,2 \text{ tm}$ profil diambil hasil perhitungan dari STA 37+575 dan digunakan juga untuk STA dibawahnya, sedangkan geotextile diambil type UW-250 dengan $T_{ult} = 52 \text{ Kn/m}$.

Kata kunci : H initial dan H final timbunan, besar dan waktu pemampatan, PVD, sheet pile, dinding turap beton kantilever, geotextile.

Halaman ini sengaja dikosongkan

**PLANING ALTERNATIVE TO STRENGTHENING OPRIT
AT KALI SIDODUWE BRIDGE MAIN ROAD
SURABAYA-MOJOKERTO STA 37+300-37+600**

Students name : Alwis Fachraz
NRP : 3111.105.020
Departments : Teknik Sipil FTSP-ITS
Lecturer : Dr. Ir. Djoko Untung

Abstrack

In the project construction of main road Surabaya-Mojokerto Section IV there is sidoduwe river that tobe discord of main road tol Surabaya - mojokerto , so this condition need a bridge to connected between main road. The bridge is connected by a heap (Oprit), The construction will be start with planning the number of settlement in the each station (STA). The STA are STA 37+575-37+325 with the highest heap (H final) side are 7,746 m, 6,787 m, 6,423 m, 6,90 m, 5,959 m, 5,492 m, 4,922 m, 4,088 m, 2,792 m, 2,427 m, 2,304 m.

To planing the hight of H initial and H final are use mathematic calculation graphic of H initial and H final. It also with exemple load 3 t/m^2 , 5 t/m^2 , 7 t/m^2 , 9 t/m^2 , 11 t/m^2 , 13 t/m^2 , 15 t/m^2 , 17 t/m^2 . Than it continue with analysis the number of settlements without PVD, from the calculations the settlements time are $t = 64,72$ years. It too long to get totally settlements with

consolidation degree U_v 70% ,So it needed planning PVD to meke the settlements time shorter than without PVD.

The deep of PVD at STA 37+575-37+325 are 17 m, 17 m, 17 m, 17 m, 16 m, 16 m, 14 m, 11 m, 10 m, 10 m. Then planning PVD with $a = 0,10$ m ; $b = 0,05$ m ; $D = 1,050$ m ; $s = 1$ m and triangle design. From the calculation get number of times seetlements as deep as PVD at each STA are 6,92 minggu, 6,92 minggu, 6,92 minggu, 6,92 minggu, 6,83 minggu, 6,83 minggu, 6,66 minggu, 6,17 minggu, 6,23 minggu, 6,23 minggu.

To strenghtening heap (Oprit) is give by combination geotextile - sheet pile and retaining wall concrete kantilever – geotextile. From calculation it get the profil of Sheet pile W-500-A100 with cracking moment 35,2 tm the profil gets from calculation of STA 37+575 and it use by each STA. Then geotextile profile use type UW-250 with $T_{ult} = 52$ Kn/m.

Key word : *H initial and H final heap, number of settlement and settlements time, PVD, sheet pile, retaining wall concrete kantilever, geotextile.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena atas berkah, rahmat, dan karunia-Nya, buku laporan tugas akhir ini dapat selesai. Buku tugas akhir ini ditulis sebagai persyaratan akademis untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Sipil, Bidang Geoteknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Djoko Untung selaku dosen pembimbing, yang telah membimbing, memberi masukan, nasehat serta dukungan dalam pengerjaan tugas akhir ini.
2. Bapak dan Ibu yang telah memberikan semangat, kesabaran, dan semua yang beliau punya untuk saya dalam menyelesaikan kuliah ini.
3. Teman-teman seperjuangan, Deris, Dwina Oni, Bayu Suryadanteman-teman LJ, Terimakasih atas bantuan dan dukungannya.

Penulis sangat menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu segala kritik dan saran akan penulis terima, besar harapan penulis buku laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi siapapun yang membaca tugas akhir ini.

Surabaya, 16 Juni 2014

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

Judul.....	i,ii
Lembar Pengesahan.....	iii
<i>Abstrak</i>	v
Kata Pengantar.....	xi
Daftar Isi	xiii
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Tabel.....	xvii
BAB I (Pendahuluan).....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Tugas Akhir.....	3
1.5. Lokasi Studi.....	3
BAB II (Tinjauan Pustaka).....	5
2.1. Beban.....	5
2.2. Dinding penahan dan teori penunjang.....	5
2.2.1. Macam dan Pemakaian Dinding penahan Tanah.....	5
2.2.2. Hal-hal Dasar Dalam Merencanakan Dinding Penahan Tanah.....	14
2.2.3. Distribusi Tekanan Tanah ke Samping yang Bekerja Pada Dinding Penahan.....	15
2.3. Kemampumampatan Tanah (<i>Settlement</i>).....	18
2.3.1. Penyebab <i>Settlement</i>	19
2.3.2. Komponen <i>Settlement</i>	19
2.3.3. Pemampatan Konsolidasi (Sc).....	19
2.3.4. Macam-macam Konsolidasi (Sc).....	20
2.4. <i>Geotextile</i>	21
2.4.1. Tegangan Tari Ijin <i>Geotextile</i>	22
2.4.2. <i>Geotextile</i> Untuk Dinding Penahan Tanah.....	22
2.5. Prevabricated Vertical Drain (PVD).....	25

BAB III (Metodologi).....	31
BAB VI (Analisis Data dan Perencanaan) .	33
4.1. Analisa Data Tanah.....	33
4.2. Analisis Kemampumampatan Tanah.....	33
4.3. Analisis Perencanaan Tinggi Timbunan.....	37
4.4. Analisis Besarnya Waktu Pemampatan.....	40
4.5. Analisis Perencanaan PVD.....	
4.5.1 Kecepatan Penurunan Tanpa PVD.....	40
4.5.2 Perhitungan Kedalaman PVD.....	42
4.5.3 Perhitungan Waktu Pemampatan Pada Kedalaman PVD.....	44
4.6. Analisis Perencanaan Dinding Penahan Tanah Dari Turap.....	45
4.6.1 Analisis Perencanaan Kedalaman Turap.....	47
4.6.2 Analisis Perencanaan Dinding Penahan Tanah Kantilever Konvesional STA 37+325 - 37+ 375...	71
4.6.3 Analisis Perencanaan Profil Turap.....	75
4.7. Analisis Perencanaan <i>Geotextile</i>	79
BAB V (Kesimpulan).....	93
5.1. Besarnya $H_{initial}$ dan H_{final} untuk setiap STA.	93
5.2. Besarnya Pemampatan (<i>settlement</i>) dan Waktu Pemampatan Pada Masing-masing STA.....	93
5.3. Hasil Perencanaan PVD.....	94
5.4. Hasil Perencanaan Dinding Penahan Turap Kantilever.....	95
5.5. Hasil Perencanaan <i>Geotextile</i>	95
5.6. Hasil Perencanaan Dinding Penahan Tanah Beton Kantilever.....	96
TABEL PERENCANAAN 1.1-1.3.....	97
TABEL PERENCANAAN 4.1-4.49.....	101
DAFTAR PUSTAKA.....	137
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data tanah dasar pada STA 37+400	97
Tabel 1.2	Data tanah dasar pada STA 37+490.....	98
Tabel 1.3	Data tanah yang dipakai.....	99
Tabel 2.1	Angka keamanan berdasarkan penggunaan.....	23
Tabel 4.1	Perhitungan besarnya pemampatan untuk STA 37+575.....	101
Tabel 4.2	Perhitungan besarnya pemampatan untuk STA 37+550.....	101
Tabel 4.3	Perhitungan besarnya pemampatan untuk STA 37+525.....	102
Tabel 4.4	Perhitungan besarnya pemampatan untuk STA 37+500.....	102
Tabel 4.5	Perhitungan besarnya pemampatan untuk STA 37+475.....	103
Tabel 4.6	Perhitungan besarnya pemampatan untuk STA 37+450.....	103
Tabel 4.7	Perhitungan besarnya pemampatan untuk STA 37+425.....	104
Tabel 4.8	Perhitungan besarnya pemampatan untuk STA 37+400.....	104
Tabel 4.9	Perhitungan besarnya pemampatan untuk STA 37+375.....	105
Tabel 4.10	Perhitungan besarnya pemampatan untuk STA 37+350.....	105
Tabel 4.11	Perhitungan besarnya pemampatan untuk STA 37+325.....	106
Tabel 4.12	Penentuan grafik $H_{initial}$ vs H_{final}	37
Tabel 4.13	Perhitungan H_{final} dan $H_{initial}$ rencana.....	38
Tabel 4.14	Perhitungan akhir H_{final} dan $H_{initial}$ rencana.....	39
Tabel 4.15	Besarnya waktu pemampatan.....	40
Tabel 4.16	Kecepatan penurunan tanpa PVD.....	41

Tabel 4.17	Perbandingan kedalaman PVD dengan <i>rate of settlement</i> STA 37+575.....	107
Tabel 4.18	Perbandingan kedalaman PVD dengan <i>rate of settlement</i> STA 37+550.....	108
Tabel 4.19	Perbandingan kedalaman PVD dengan <i>rate of settlement</i> STA 37+525.....	109
Tabel 4.20	Perbandingan kedalaman PVD dengan <i>rate of settlement</i> STA 37+500.....	110
Tabel 4.21	Perbandingan kedalaman PVD dengan <i>rate of settlement</i> STA 37+475.....	111
Tabel 4.22	Perbandingan kedalaman PVD dengan <i>rate of settlement</i> STA 37+450.....	112
Tabel 4.23	Perbandingan kedalaman PVD dengan <i>rate of settlement</i> STA 37+425.....	113
Tabel 4.24	Perbandingan kedalaman PVD dengan <i>rate of settlement</i> STA 37+400.....	114
Tabel 4.25	Perbandingan kedalaman PVD dengan <i>rate of settlement</i> STA 37+375.....	115
Tabel 4.26	Perbandingan kedalaman PVD dengan <i>rate of settlement</i> STA 37+350.....	116
Tabel 4.27	Perbandingan kedalaman PVD dengan <i>rate of settlement</i> STA 37+325.....	117
Tabel 4.28	Penurunan 10 tahun kemudian pada STA 37+575.....	119
Tabel 4.29	Penurunan 10 tahun kemudian pada STA 37+550.....	120
Tabel 4.30	Penurunan 10 tahun kemudian pada STA 37+525.....	121
Tabel 4.31	Penurunan 10 tahun kemudian pada STA 37+500.....	122

Tabel 4.32	Penurunan 10 tahun kemudian pada STA 37+475.....	123
Tabel 4.33	Penurunan 10 tahun kemudian pada STA 37+450.....	124
Tabel 4.34	Penurunan 10 tahun kemudian pada STA 37+425.....	125
Tabel 4.35	Penurunan 10 tahun kemudian pada STA 37+400.....	126
Tabel 4.36	Penurunan 10 tahun kemudian pada STA 37+375.....	127
Tabel 4.37	Penurunan 10 tahun kemudian pada STA 37+350.....	128
Tabel 4.38	Penurunan 10 tahun kemudian pada STA 37+575.....	129
Tabel 4.39	Perhitungan waktu pemampatan pada kedalaman PVD STA 37+575.....	131
Tabel 4.40	Perhitungan waktu pemampatan pada kedalaman PVD STA 37+550.....	131
Tabel 4.41	Perhitungan waktu pemampatan pada kedalaman PVD STA 37+525.....	132
Tabel 4.42	Perhitungan waktu pemampatan pada kedalaman PVD STA 37+500.....	132
Tabel 4.43	Perhitungan waktu pemampatan pada kedalaman PVD STA 37+475.....	133
Tabel 4.44	Perhitungan waktu pemampatan pada kedalaman PVD STA 37+450.....	133
Tabel 4.45	Perhitungan waktu pemampatan pada kedalaman PVD STA 37+425.....	134
Tabel 4.46	Perhitungan waktu pemampatan pada kedalaman PVD STA 37+400.....	134

Tabel 4.47	Perhitungan waktu pemampatan pada kedalaman PVD STA 37+375.....	135
Tabel 4.48	Perhitungan waktu pemampatan pada kedalaman PVD STA 37+350.....	135
Tabel 4.49	Perhitungan waktu pemampatan pada kedalaman PVD STA 37+325.....	136
Tabel 4.50	Perhitungan trial and error mencari nilai Do STA 37+325.....	50
Tabel 4.51	Perhitungan trial and error mencari nilai Do STA 37+350.....	52
Tabel 4.52	Perhitungan trial and error mencari nilai Do STA 37+375.....	54
Tabel 4.53	Perhitungan trial and error mencari nilai Do STA 37+400.....	56
Tabel 4.54	Perhitungan trial and error mencari nilai Do STA 37+425.....	58
Tabel 4.55	Perhitungan trial and error mencari nilai Do STA 37+450.....	60
Tabel 4.56	Perhitungan trial and error mencari nilai Do STA 37+475.....	62
Tabel 4.57	Perhitungan trial and error mencari nilai Do STA 37+500.....	64
Tabel 4.58	Perhitungan trial and error mencari nilai Do STA 37+525.....	66
Tabel 4.59	Perhitungan trial and error mencari nilai Do STA 37+550.....	68
Tabel 4.60	Perhitungan trial and error mencari nilai Do STA 37+575.....	70
Tabel 4.61	Angka Keamanan berdasarkan penggunaan.....	80
Tabel 4.62	Hasil Perhitungan Geotextile.....	89

Tabel 4.63	Hasil pemasangan geotextile dengan penyesuaian pelaksanaan.....	91
Tabel 5.1	Besarnya $H_{initial}$ dan H_{final}	93
Tabel 5.2.1	Besarnya Pemampatan (settlement) pada masing-masing STA.....	93
Tabel 5.2.2	Besarnya waktu penurunan tanpa PVD.....	94
Tabel 5.3	Hasil Dari Perencanaan PVD.....	94
Tabel 5.4	Hasil Perencanaan Dinding Penahan Turap Kantilever.....	95
Tabel 5.5	Hasil Perencanaan Geotextile.....	95
Tabel 5.6	Hasil Perencanaan Dinding penahan tanah beton kantilever.....	96

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Lokasi Studi Perencanaan.....	3
Gambar 2.1	Tekanan Lateral Tanah.....	9
Gambar 2.2	Diagram Tekanan Tanah Lateral Pada Turap.	10
Gambar 2.3	Variasi Besarnya Tekanan Tanah Kesamping dengan Kemiringan dinding Penahan Tanah.....	16
Gambar 2.4	Diagram Tekanan Tanah Kesamping.....	17
Gambar 2.5	Bentuk geotextile.....	21
Gambar 2.6	Arah Aliran Air Pori Tanpa PVD.....	25
Gambar 2.7	Arah Aliran Air Pori Dengan PVD.....	26
Gambar 3.1	Diagram Alir Perencanaan.....	31
Gambar 3.2	Diagram Alir A-B Perencanaan.....	32
Gambar 4.1	Gambar skets <i>cross section</i>	35
Gambar 4.2	Grafik $H_{initial}$ VS H_{final}	38
Gambar 4.3	Gambar skets <i>cross section</i> STA 37+325.....	45
Gambar 4.4	Mobilisasi tekanan tanah \emptyset -soil pada dinding turap kantilever	46
Gambar 4.5	Diagram tekanan P_a total.....	47
Gambar 4.6	Diagram tekanan tanah pada dinding penahan konvensional.....	71
Gambar 4.7	Diagram tekanan tanah pada turap untuk mencari M_{max}	75
Gambar 4.8	Gambar skets pemasangan geotextile.....	82
Gambar 4.9	Gambar tekanan tanah pada Geotextile.....	85
Gambar 5.3	Dimensi dinding penahan tanah konvensional	96

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan jaman, saat ini Surabaya telah menjadi kota metropolitan kedua setelah Jakarta. Sehingga kebutuhan *mobilitas* di kota Surabaya dan sekitarnya pun semakin meningkat sehingga dibutuhkan sarana transportasi yang memadai untuk mengalihkan volume lalu lintas yang kian padat di jalan kabupaten tersebut seperti, jalan tol dan jalan rel. Seperti Surabaya dengan Mojokerto. Sarana transportasi yang sudah ada saat ini yaitu hanya jalan kabupaten dan jalan rel. Untuk itu sekarang sedang dilaksanakan proyek pembangunan jalan tol Surabaya-Mojokerto seksi IV. Apabila jalan tol tersebut telah selesai, maka akan memperlancar *mobilitas* antara Surabaya-Mojokerto sama seperti dengan kota-kota lainnya. Diharapkan setelah adanya jalan tol Surabaya-Mojokerto kegiatan perekonomian dapat berjalan lancar serta dapat berkembang lebih pesat. Hal ini tentu akan memberikan dampak yang positif akan perekonomian nasional pada umumnya dan perekonomian daerah Jawa Timur pada khususnya. Dalam proyek ini akan di bangun 6 jembatan yang menjadi penghubung jalan tol Surabaya-Mojokerto yaitu diantaranya jembatan Kali Marmoyo, Jembatan Kali Pagerluyung, Jembatan Kali Surabaya, Jembatan Kali Sido Duwe, Jembatan Underpass Parengan.

Dalam tugas akhir ini akan mengambil salah satu lokasi jembatan yaitu Jembatan Kali Sido Duwe yang akan dijadikan bahan penulisan tugas akhir, dimana yang menjadi pembahasan tugas akhir yaitu oprit jembatan. Oprit atau timbunan pendekat ke jembatan merupakan

2.

salah satu struktur yang penting untuk di jaga kekuatannya dari kerusakan akibat Settlement yang berlebihan. Oleh karena itu dalam hal ini perlu di berikan alternatif perkuatan oprit agar tidak dapat membahayakan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian diatas, beberapa permasalahan yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Berapakah H initial dan H final?
2. Berapa besar dan waktu pemampatan tanah akibat beban yang bekerja?
3. Bagaimana merencanakan PVD untuk mempercepat waktu pemampatan jika waktu pemampatan terlalu lama?
4. Bagaimana merencanakan kombinasi dinding penahan dari turap dan geotextile pada oprit?
5. Bagaimana merencanakan kombinasi dinding penahan tanah beton kantilever dan geotextile?

1.3 Batasan Masalah

Pada penulisan Tugas Akhir ini, agar tidak terjadi kerancuan pada penyelesaian masalah, maka permasalahan dibatasi pada pokok-pokok pembahasan sebagai berikut:

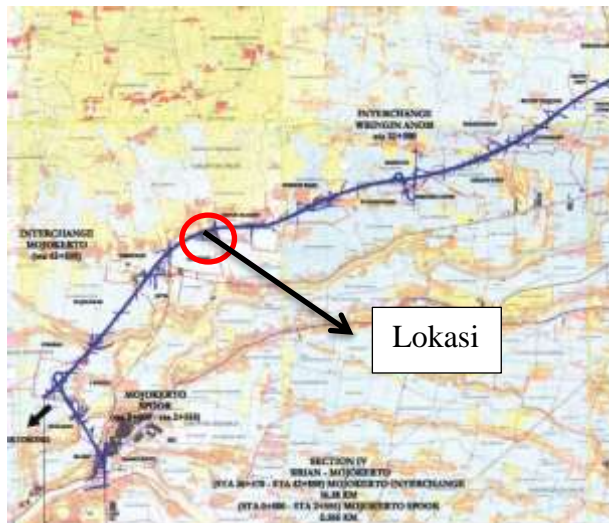
1. Tidak Membahas struktur bangunan atas dan bawah jembatan.
2. Tidak membahas metode pelaksanaan
3. Data yang di gunakan adalah data sekunder dari pihak kontraktor Tol Surabaya-Mojokerto dan Balai pelaksanaan jalan nasional V Dinas Bina Marga Profinsi Jawa Timur.

4. Tidak membahas biaya.
5. Tidak membahas geometrik main road.
6. Tidak membahas sistem drainase jalan.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

1. Dapat mencari nilai H awal dari H final rencana.
2. Dapat mencari besar dan waktu pemampatan.
3. Dapat mencari kedalaman, dimensi, waktu pemampatan PVD.
4. Dapat mencari besarnya profil sheet pile dan jumlah geotextile yang direncanakan.
5. Dapat mencari besarnya dimensi dinding beton kantilever

1.5 Lokasi Studi



Gambar 1.1 Peta lokasi perencanaan

4.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

STUDI LITERATUR

2.1 Beban

Untuk beban yang di terima tanah dasar antara lain beban *traffic beban traffic di dapat sebesar 0,85 t/m²* (Sumber : Balai Pelaksanaan Jalan Nasional V Dinas Bina Marga Jawa Timur). Sedangkan untuk beban dari perkerasan jalan berupa *rigid pavement* dengan tebal eksisiting perkerasan adalah 0,4 m dengan BJ beton 2.4 ton/m³, sehingga beban yang diterima adalah sebesar 0,96 t/m².

2.2 Dinding Penahan Tanah dan Teori Penunjang

2.2.1 Macam dan Pemakaian Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah adalah bangunan yang dibangun untuk mencegah keruntuhan tanah yang curam atau lereng yang akan dibangun di tempat dimana kemampuannya tidak dapat di jamin oleh lereng tanah itu sendiri, di pengaruhi oleh kondisi gambaran topografi tempat itu, bila dilakukan pekerjaan tanah seperti penanggulan atau pemotongan tanah. Terutama, bila jalan dibangun berbatasan dengan sungai atau danau atau tanah paya, dinding penahan itu dibangun untuk melindungi kemiringan tanah, dan melengkapi kemiringan dengan pondasi yang kokoh.

Macam-macam dinding penahan tanah digolongkan menurut bahan-bahan yang dipakai untuk bentuk bangunanya. Macam-macamnya adalah sebagai berikut :

6.

1.) **Dinding penahan batu dan yang berupa balok**

Dinding penahan jenis ini digunakan terutama untuk pencegahan terhadap keruntuhan tanah, dan lebih lanjut lagi digunakan apabila tanah asli di belakang dinding itu cukup baik dan tekanan tanah dianggap kecil. Hal ini termasuk kedalam kategori dimana kemiringannya lebih curam dari 1:1 dan dibedakan dari pemasangan batu dengan kemiringan muka yang lebih kecil. Terdapat dua macam dinding penahan yaitu penembokan kering (*dry masonry*) dan penembokan basah (*water masonry*).

2.) **Dinding penahan beton tipe gravitasi**

Dinding penahan jenis ini bertujuan untuk memperoleh ketahanan terhadap tekanan tanah dengan beratnya sendiri. Karena bentuknya yang sederhana dan juga pelaksanaannya yang mudah, jenis ini sering digunakan apabila dibutuhkan konstruksi penahan yang tidak terlalu tinggi atau bila tanah pondasi baik.

Sama halnya dengan dinding penahan tipe semi gravitasi, yaitu mendapatkan kemantapan dengan beratnya sendiri, tetapi dalam jenis ini batang tulangan disusun karena adanya tegangan tarik pada badan dinding dan ini digunakan sama halnya seperti pada dinding penahan jenis gravitasi yang lebih besar dan kebutuhannya sesuai dengan yang diperlukan.

3.) **Dinding penahan tanah beton dengan sandaran (Lean against type)**

Dinding penahan dengan sandaran sebenarnya juga masuk dalam kategori dinding penahan tipe gravitasi tetapi cukup berbeda dalam fungsinya. Apabila dikatakan dengan

cara lain, maka tembok penahan tipe gravitasi harus berdiri pada alas bawahnya meskipun tidak ada tanah timbunan di belakang tembok itu, oleh karena itu berat tembok haruslah besar, dan tergantung dari kebutuhan besarnya kapasitas daya dukung tanah pondasi. Akibatnya, bila diperlukan tembok penahan yang tinggi maka tembok penahan jenis ini tidak dipakai.

4.) **Dinding penahan tanah beton bertulang dengan balok kantilever**

Dinding penahan dengan balok kantilever tersusun dari satu dinding memanjang dan suatu pelat lantai. Masing-masing berlaku sebagai balok kantilever dan kemantapan dari dinding didapatkan dengan berat badanya sendiri dan berat tanah diatas tumit pelat lantai.

Karena dinding penahan jenis ini relative ekonomis dan juga relatif mudah dilaksanakan, maka jenis ini juga dipakai dalam jangkauan luas.

5.) **Dinding penahan tanah beton bertulang dengan penahan (Buttress)**

Suatu pendekatan mengenai kemantapan dinding penahan dengan penahan dilakukan sama halnya pada dinding penahan tipe balok kantilever, kecuali bahwa tipe ini dibangun pada sisi dinding di bawah tanah tertekan untuk memperkecil gaya irisan yang bekerja pada dinding memanjang dan pelat lantai.

Dalam kenyataanya, dinding penahan jenis ini pada umumnya hanya membutuhkan bahan yang sedikit. Jenis ini digunakan untuk dinding penahan yang cukup tinggi. Kelemahan dari dinding penahan jenis ini adalah

8.

pelaksanaanya yang lebih sulit dari pada jenis lainnya dan pemadatan dengan cara rolling pada tanah di bagian belakang adalah jauh lebih sulit.

6.) Dinding penahan tanah Turap Kantilever

Di dalam konstruksi dinding penahan tanah, dikenal konstruksi dinding penahan tanah kaku yaitu terdiri dari dinding penahan tanah beton, Paangan batu kali, kemudian adalah dinding penahan lentur atau biasa disebut konstruksi dinding turap atau turap saja.

Di dalam perhitungan mobilisasi gaya lateral menggunakan kondisi Rankine, khusus dimana

$$\angle i = \angle \delta = 0$$

Penggunaan dinding turap antara lain :

- a. Dinding penahan tanah misalnya pada tebing jalan raya atau tebing sungai.
- b. Dinding dermaga
- c. Dinding penahan tanah galian misalnya pada pembuatan pondasi langsung atau pondasi menerus, pembuatan basement dan lain-lainya.

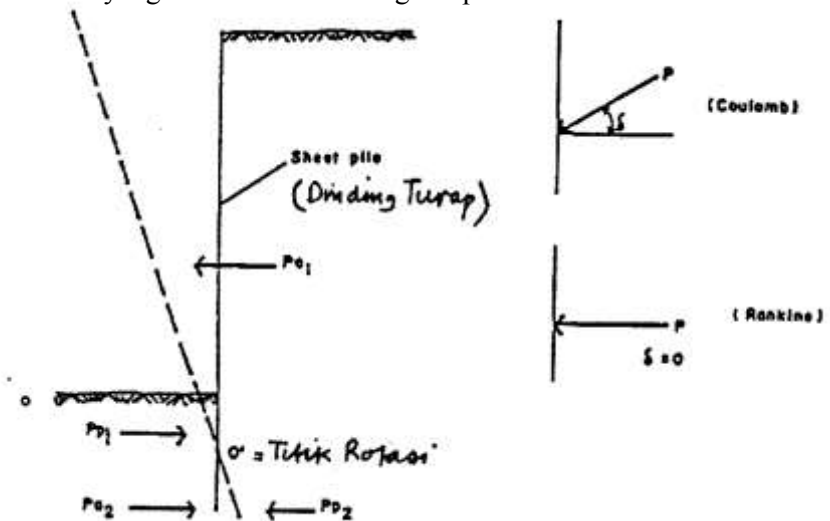
Tipe dari dinding turap :

- a. Turap kayu
- b. Turap beton
- c. Turap baja

Yang dinamakan dinding turap kantilever adalah dinding penahan tanah yang tidak menggunakan jangkar. Dinding turap kantilever diperoleh dengan memancangkan turap tersebut pada suatu kedalaman tertentu. Kestabilan dari dinding ini hanya merupakan hasil mobilisasi tekanan tanah lateral pasif sebagai antisipasi dari tekanan-tekanan yang bekerja pada dinding tersebut, antara lain tekanan aktif dan tekanan residu air.

Gaya – gaya yang bekerja pada dinding turap :

Untuk memperhitungkan tekanan lateral tanah, kondisi yang cocok untuk dinding turap adalah kondisi Rankine.



Gambar 2.1 Tekanan Lateral Tanah

Akibat beban isisan, dinding turap akan berotasi pada titik O' , dengan gaya-gaya yang bekerja adalah :

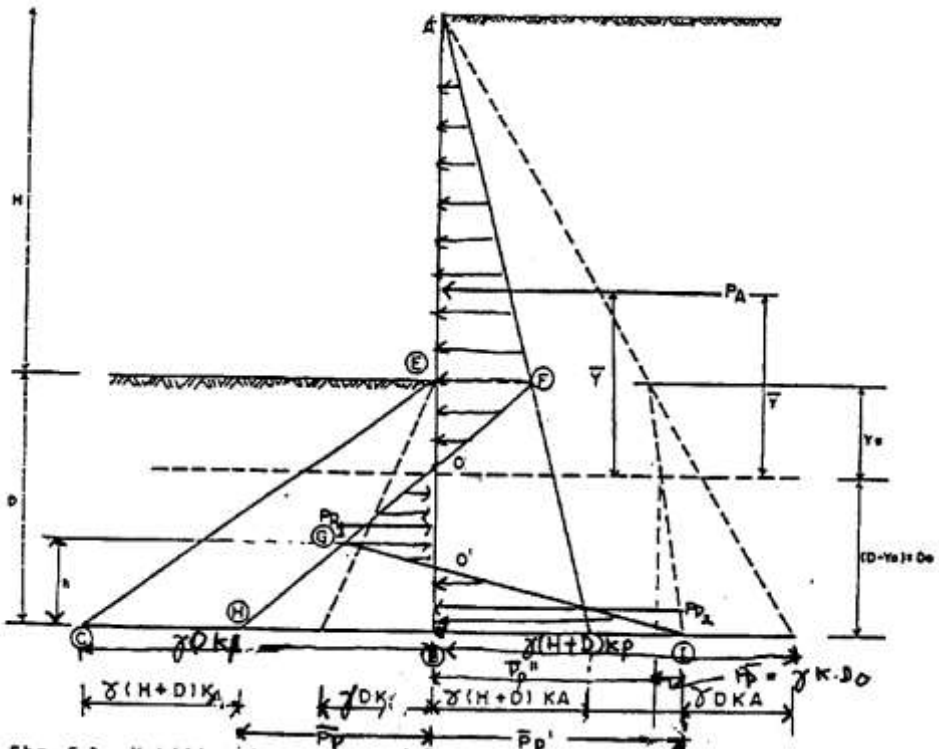
P_{a1} = Total tekanan tanah aktif di atas titik O'

P_{p1} = Total tekanan tanah pasif di atas titik O'

10.

P_{a2} = Total tekanan tanah aktif di bawah titik O'
 P_{p2} = Total tekanan tanah pasif di bawah titik O'

Dinding turap kantilever pada tanah berbutir kasar :



Gambar 2.2 Diagram Tekanan Tanah Lateral Pada Turap

Dengan Melihat lendutan dari dinding turap didapat 4 zona tekanan aktif dan pasif.

Di atas titik O'

- Terdapat tekanan pasif. Pada kedalaman D tegangan yang bekerja adalah :

$$\sigma_D = \gamma \times D \times K_p$$

- Terdapat tekanan tanah aktif yang besarnya pada kedalaman D tegangannya adalah :

$$\sigma_D = \gamma \times (H + D) \times K_a$$

Di bawah titik O'

- Terdapat tekanan aktif. Pada kedalaman D tegangan yang terjadi adalah :

$$\sigma_D = \gamma \times D \times K_a$$

- Terdapat tekanan pasif. Pada kedalaman D tegangan yang bekerja adalah:

$$\sigma_D = \gamma \times (H + D) \times K_p$$

Apabila tekanan aktif yang bekerja disuperposisikan dengan tekanan pasif, maka akan diperoleh tekanan pasif (O'IB). superposisi ini diperoleh dengan menghubungkan titik I dengan O' sehingga memotong garis FH di G.

Maka tekanan-tekanan yang bekerja pada dinding turap kantilever hasil superposisi adalah :

AFO = Diagram tegangan aktif dengan resultan tekanan tekanan aktif Pa.

12.

OGO' = Diagram tekanan pasif dengan resultan tekanan pasif Pp1.

O'BI = Diagram tegangan pasif dengan resultan tekanan pasif Pp2.

Mencari besarnya Yo

Titik O adalah titik dimana tegangan aktif sama dengan tegangan pasif. Sehingga besarnya Yo diperoleh dengan menyamakan kedua tegangan tersebut.

$$\sigma \text{ aktif} = \sigma \text{ pasif}$$

$$\gamma \times Y_o \times K_p = \gamma \times (H + Y_o) \times K_a$$

$$Y_o \times K_p - Y_o \times K_a = H \times K_a$$

$$(K_p - K_a) \times Y_o = H \times K_a$$

$$Y_o = \frac{K_a}{K_p - K_a} \times H \dots\dots\dots 2.1$$

Mencari besarnya h

Dari persamaan keseimbangan

$$\sum H = 0$$

$$P_a - P_{p1} + P_{p2} = 0 \dots\dots\dots 2.2$$

$$P_{p1} = \text{Luas segitiga OHB} - \text{Luas segiempat O'GHB}$$

$$P_{p2} = \text{Luas segitiga O'BI}$$

$$P_{p1} - P_{p2} = \text{Luas segitiga OHB} - \text{Luas segitiga GHI}$$

$$= \overline{pp} \times \frac{1}{2} \times (D - Y_o) - (\overline{pp} + \overline{pp}') \times \frac{1}{2} \times h$$

Persamaan (2.2) menjadi :

$$Pa - \frac{1}{2} \times \overline{pp} \times Do + \frac{1}{2} \times h \times (\overline{pp} + \overline{pp}') = 0$$

$$h = \frac{\overline{pp} \times Do - 2 \times Pa}{\overline{pp} + \overline{pp}'} \dots\dots\dots 2.3$$

Ambil momen terhadap ujung sheet pile

$$\Sigma MB = 0$$

$$Pa \times (Do + \bar{y}) - \frac{1}{2} \times \overline{pp} \times Do \times \frac{Do}{3} + \frac{1}{2} \times h \times (\overline{pp} + \overline{pp}') \times \frac{h}{3} = 0$$

$$6 Pa \times (Do + \bar{y}) - \overline{pp} \times Do^2 + (\overline{pp} + \overline{pp}') \times h^2 = 0 \dots\dots\dots 2.4$$

Perhatikan ΔOHB dan ΔGHI

$$\overline{pp} = \gamma \times k \times Do$$

$$\overline{pp}' = \overline{pp}'' + \gamma \times k \times Do \dots\dots\dots 2.5$$

Persamaan (2.3) dan (2.5) dimasukan dalam persamaan (2.4) akan didapat persamaan :

$$6 Pa \times (Do + \bar{y}) - \overline{pp} \times Do^2 + (\overline{pp} + \overline{pp}') \times \left(\frac{\overline{pp} \times Do - 2Pa}{\overline{pp} + \overline{pp}'} \right)^2 = 0$$

14.

$$6 Pa \times (Do + \bar{y}) - \bar{p} \times Do^2 + \left(\frac{(\bar{p} \times Do - 2Pa)^2}{\bar{p} + \bar{p}'} \right) = 0$$

Dimana :

$$\bar{p} + \bar{p}' = \bar{p}'' + (2 \times \gamma \times k \times Do)$$

$$6 Pa \times (Do + \bar{y}) \times (\bar{p}'' + 2 \times \gamma \times k \times Do) - (\gamma \times k \times Do \times Do^2 \times (\bar{p}'' + 2 \times \gamma \times k \times Do)) + (\gamma \times k \times Do^2 - 2 \times Pa)^2 = 0$$

Dari persamaan tersebut akan didapat sebuah persamaan untuk mendapatkan Do dengan cara *Trial and error*, sedangkan dalamnya pemancangan adalah $(Y_0 + Do)$, yang merupakan pemancangan dengan angka keamanan $(SF) = 1$.

2.2.2 Hal-hal Dasar Dalam Merencanakan Dinding Penahan

1. Beban yang dipakai untuk perencanaan : Beban yang terutama dipakai dalam perencanaan adalah sebagai berikut :

a.) **Berat sendiri dinding penahan** : berat sendiri dinding penahan yang digunakan dalam perhitungan kemantapan (*Stability*) Adalah berat dinding penahan itu sendiri dan berat tanah pada bagian atas tumit pelat lantai seperti dalam hal dipakai dinding penahan tipe balok kantilever.

b.) **Beban Pembebanan** : Apabila permukaan tanah di belakang dinding akan digunakan untuk jalan raya atau lainnya, maka pembebanan itu harus dimasukkan dalam perhitungan. Beban di anggap sebesar 1 ton/m³ dalam hal pembebanan mobil.

c.) **Beban lainnya** : Beban lainnya seperti daya apung dan tekanan air bila disebutkan maka beban itu harus dimasukkan dalam perhitungan.

d.) **Tekanan Tanah**

2. Kemantapan tembok penahan :
 - a.) Kemantapan terhadap guling
 - b.) Kemantapan terhadap longsor
 - c.) Kemantapan terhadap daya dukung tanah pondasi
 - d.) Kemantapan terhadap retak.

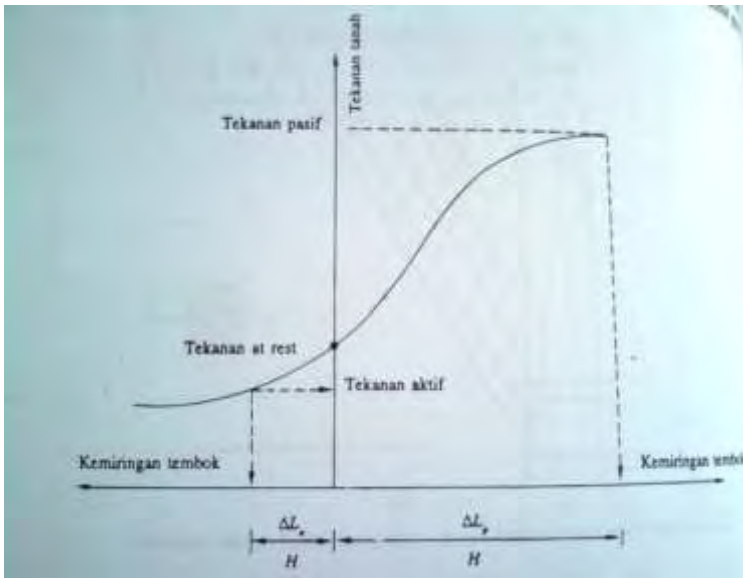
2.2.3 Distribusi Tekanan Tanah ke Samping yang Bekerja Pada Dinding Penahan

A. Teori Rankine

- **Urugan atau Timbunan di Belakang Dinding Penahan Tanah- Tanah Tidak Berkohesi dengan Permukaan Datar (Kondisi Aktif).**

Suatu dinding penahan tanah dengan timbunan di belakang yang terdiri dari tanah tidak berkohesi, permukaan dari urugan tersebut adalah datar. Berat volume dan sudut geser internal tanah adalah berturut-turut sama dengan γ dan ϕ .

16.



Gambar 2.3 Variasi besarnya tekanan tanah ke samping dengan kemiringan dinding penahan.

Untuk kondisi aktif (menurut Rankine), tekanan tanah aktif yang bekerja pada dinding penahan di segala kedalaman dapat diberikan dengan persamaan :

$$\sigma_a = K_a \cdot \gamma z \quad (\text{Catatan } c = 0) \dots\dots\dots 2.6$$

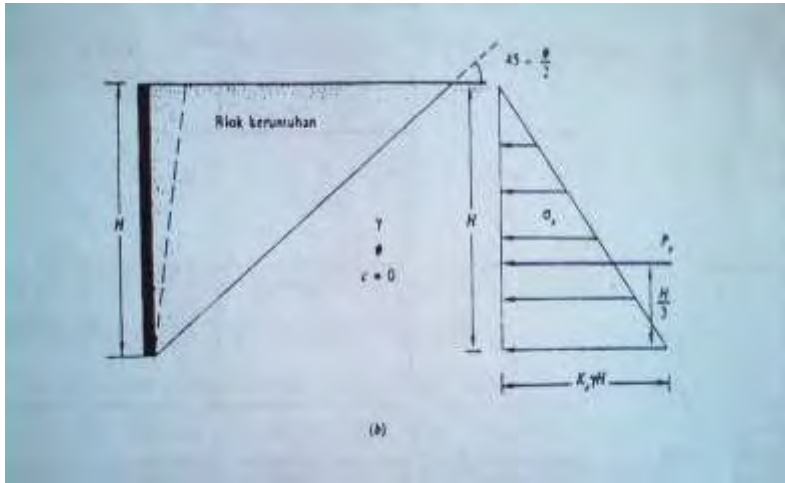
σ_a bertambah secara linier dengan bertambahnya kedalaman, dan besarnya σ_a di dasar dinding penahan adalah :

$$\sigma_a = K_a \cdot \gamma H \dots\dots\dots 2.7$$

Gaya total P_a persatuan lebar dinding penahan sama dengan luas diagram tekanan tanah, jadi :

$$P_a = 1/2 K_a \cdot \gamma H \dots\dots\dots 2.8$$

Untuk kondisi pasif, distribusi tekanan tanah horizontal yang bekerja pada dinding penahan setinggi H untuk kondisi pasif (menurut Rankine) ditunjukkan dalam gambar sebagai berikut :



Gambar 2.4. Diagram Tekanan Tanah Kesamping

Tekanan tanah horizontal di segala kedalaman z adalah :

$$\sigma_p = K_p \cdot \gamma H \dots\dots\dots 2.9$$

Gaya total P_p , persatuan lebar dinding adalah :

$$P_p = 1/2 K_p \cdot \gamma H^2 \dots\dots\dots 3.0$$

2.3 Kemampumampatan Tanah (*Settlement*)

Tanah mempunyai sifat kemampatan yang sangat besar jika dibandingkan dengan bahan konstruksi seperti baja atau beton. Baja dan beton adalah bahan yang tidak mempunyai pori, itulah sebabnya volume pemampatan baja dan beton itu adalah sangat kecil, sehingga dalam keadaan tegangan biasa baja dan beton tidak mempunyai masalah. Sebaliknya karena tanah mempunyai pori yang besar, maka pembebanan biasa akan mengakibatkan deformasi tanah yang sangat besar. Hal ini tentu akan mengakibatkan penurunan yang akan merusak konstruksi diatasnya.

Berlainan dengan bahan-bahan konstruksi yang lain, karakteristik tanah itu didominasi oleh karakteristik mekanisnya seperti permeabilitas atau kekuatan geser yang berubah- ubah sesuai dengan pembebanan. Mengingat kemampatan butir-butir tanah atau air secara teknis sangat kecil sehingga dapat diabaikan, maka proses deformasi tanah akibat beban luar dapat dipandang sebagai suatu gejala penyusutan pori. Gbr 1.1 menunjukkan, bahawa akibat dari beban yang bekerja pada tanah, susunan butir-butir tanah berubah atau kerangka struktur butir-butir tanah berubah sehingga angka perbandingan pori (*Void Ratio*) menjadi kecil yang mengakibatkan deformasi pemampatan.

Jika beban yang bekerja pada tanah itu kecil, maka deformasi itu terjadi tanpa pergeseran pada titik sentuh antara butir-butir tanah. Deformasi pemampatan tanah yang terjadi memperlihatkan gejala yang elastis, sehingga bila beban itu ditiadakan, tanah akan kembali pada bentuk semula. Umumnya beban-beban yang

bekerja mengakibatkan pergeseran titik-titik sentuh antara butir-butir tanah, yang mengakibatkan perubahan susunan butir-butir tanah sehingga terjadi deformasi pemampatan.

Air dalam pori pada tanah yang jenuh air perlu dialirkan ke luar supaya penyusutan pori itu sesuai dengan deformasi atau sesuai dengan perubahan struktur butir-butir seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.1. mengingat permeabilitas tanah kohesif lebih kecil dari permeabilitas tanah pasiran, maka pengaliran keluar air itu membutuhkan waktu yang lama. Jadi untuk mencapai keadaan deformasi yang tetap sesuai dengan beban yang bekerja, diperlukan suatu jangka waktu yang lama. Gejala demikian disebut Konsolidasi.

2.3.1 Penyebab *Settlement*

Adapun penyebab terjadinya *settlement* adalah :

1. Penambahan beban diatas muka tanah.
2. Penurunan muka air tanah.

2.3.2 Komponen *Settlement*

1. *Immediate settlement* / pemampatan segera, S_i .
2. *Consolidation settlement* / pemampatan konsolidasi / *primary consolidation*, S_c .
3. *Secondary settlement* / pemampatan sekunder, S_s .

2.3.3 Pemampatan Konsolidasi (S_c)

$$\bullet \quad S_c = \frac{C_c}{1+e_o} x H \text{ Log } \frac{P_o + \Delta p}{p_o}$$

$$\text{Dimana : } p_o = \sum_{i=1}^n h_i \cdot \gamma_i$$

Δp = Penambahan tegangan akibat beban lunak (ditinjau ditengah-tengah lapisan tanah.)

Penentuan harga C_c dan C_s secara empiris.

$$C_c = 0.009 (LL-10)$$

$$C_s = 1/5 \text{ sampai } 1/10 C_c$$

2.3.4 Macam-macam Konsolidasi (S_c)

1. Tanah yang terkonsolidasi normal (*Normally consolidated*).

$$\text{NC-Soil} \longrightarrow \text{OCR} = \frac{pc'}{po'} = 1$$

$$S_c = \frac{C_c}{1+eo} \times H \text{ Log } \frac{P_o + \Delta p}{p_o}$$

2. Tanah yang terkonsolidasi lebih (*Over consolidated*).

$$\text{OC-Soil} \longrightarrow \text{OCR} = \frac{pc'}{po'} > 1$$

$$S_c = \frac{C_s}{1+eo} \times H \text{ Log } \frac{pc'}{po'} + \frac{C_c}{1+eo} \times H \text{ Log } \frac{pc' + \Delta p}{p_o}$$

Dimana :

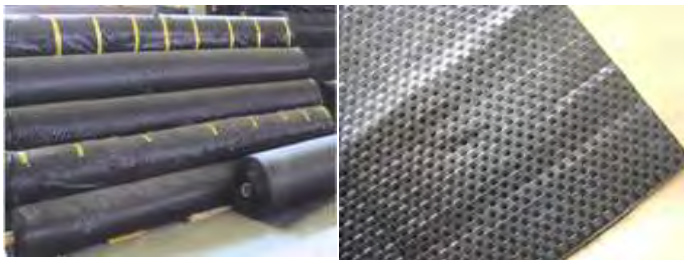
OCR = *Over Consolidated Ratio*

po' = Tegangan *Overbuden* efektif. = $\gamma' h$

pc' = Tegangan Prakonsolidasi efektif

2.4 *Geotextile*

Geotextile (Geotekstil) **Woven** adalah jenis **Geotextile** yang teranyam. Bahan dasar pembuatannya biasanya Polypropilene (PP). Untuk mempermudah visualisasi, Geotextile Woven ini mirip dengan karung beras (bukan yang dari bahan goni) tetapi berwarna hitam.



Gambar 2.5 Bentuk geotextile

Fungsi **Geotextile Woven** adalah sebagai bahan stabilisasi tanah dasar (terutama tanah dasar lunak), karena Geotextile jenis ini mempunyai *tensile strength* (kuat tarik) yang lebih tinggi dibandingkan dengan **Geotextile Non Woven** (sekitar 2 kali lipat untuk gramasi atau berat per m² yang sama). Cara kerja **Geotextile Woven** adalah *membrane effect*, yang hanya mengandalkan tensil strength, sehingga tidak mereduksi terjadinya penurunan setempat (*differensial settlement*) akibat tanah dasar yang lunak atau jelek.

Beberapa merek **Geotextile Woven** lokal yang biasa digunakan di proyek infrastruktur adalah : Multitex (seri M), HaTe Reinfox (seri HRX), G-Tex, GKTex.

22.

2.4.1 Tegangan Tarik ijin *Geotextile*

$$T_{all} = \frac{T_{ult}}{F_{sid} \times F_{Scr} \times F_{Scd} \times F_{Sbd}}$$

Dimana :

FSid = FS untuk *Installation damage*

FScr = FS untuk creep

FScd = FS untuk *chemical degradation*

FSbd = FS untuk *biological degradation*

2.4.2 *Geotextile* Untuk Dinding Penahan Tanah

➤ Stabilitas yang perlu ditinjau

a. *Internal Stability*

Gaya-gaya yang diperhitungkan adalah :

1. Tekanan horizontal tanah di belakang dinding.
2. Tekanan Horizontal akibat beban surcharge.
3. Tekanan horizontal akibat beban hidup yang bekerja diatasnya.

Jarak vertikal pemasangan geotextile :

$$S_v = \frac{T_{all}}{F_s \times \sigma_{Hz} \times 1}$$

Dimana :

σ_{Hz} = Tegangan horizontal pada kedalaman z

$F_s = 1,3$ s/d $1,5$

T_{all} = Tegangan tarik ijin geotextile

$$\text{➤ } T_{all} = \frac{T_{ult}}{F_{Sid} \times F_{Scr} \times F_{Scd} \times F_{Sbd}}$$

Dimana :

F_{Sid} = FS untuk *installation damage*.

F_{Scr} = FS untuk *creep*.

F_{Scd} = FS untuk *chemical degradation*.

F_{Sbd} = FS untuk *biological degradation*.

T_{ult} = Kekuatan Geotextile berdasarkan spesifikasi pabrik.

Angka keamanan berdasarkan penggunaan :

Kegunaan	F_{Sid}	F_{Scr}	F_{Scd}	F_{Sbd}
Dinding penahan	1,1 – 2,0	2,0 – 4,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Timbunan	1,1 – 2,0	2,0 – 3,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Daya dukung	1,1- 2,0	2,0 – 4,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Overlay Pav	1,1- 1,5	1,0 – 1,2	1,0 – 1,5	1,0 – 1,1
Stab. talud	1,1 – 1,5	1,5 – 2,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Unpav. road	1,1 – 2,0	1,5 – 2,5	1,0 – 1,5	1,0 -1,2
Pemisah	1,1 – 2,5	1,0 – 1,2	1,0 – 1,5	1,0 -1,2

Tabel 2.1 Angka keamanan berdasarkan penggunaan

24.

Panjang geotextile yang di tanam (L) :

$$L = L_r + L_e$$

Dimana :

L_r = Panjang yang berada di depan bidang Longsor

L_e = Panjang yang berada di anchorage zone (minimum 1m).

$$L_r = (H - Z) \operatorname{tg} (45^\circ - \phi/2)$$

Panjang (L_e) pada kedalaman Z :

$$S_v \cdot \sigma'_{hz} \cdot FS = 2 \cdot \tau_z \cdot L_e$$

$$L_e = S_v \cdot \sigma'_{hz} \cdot FS / 2 \cdot \tau_z$$

$$\tau_z = C + [q + (\phi \operatorname{timb} \cdot z)] \operatorname{tg} \delta$$

$$L_e = \frac{S_v \cdot \sigma'_{hz} \cdot FS}{2[C + (q + \gamma \operatorname{timbunan} \times Z) \operatorname{tg} \delta]}$$

L_e minimum : 1 m

δ : sudut geser tanah dengan geotextile

Panjang lipatan (L_o) :

$$0,5 S_v \times \sigma'_{hz} \times FS = 2 \times \tau_z \times L_o$$

$$L_o = \frac{S_v \cdot \sigma'_{hz} \cdot FS}{4[C + (q + \gamma \operatorname{timbunan} \times Z) \operatorname{tg} \delta]}$$

b. *External Stability*

Kontrol *external stability* :

1. Keamanan terhadap *overtuning* :

$$FS = \frac{\text{Momen Penahan}}{\text{Momen Guling}} \geq 3$$

2. Keamanan terhadap *sliding* :

$$FS = \frac{\text{Gaya penahan}}{\text{Gaya geser}} \geq 3$$

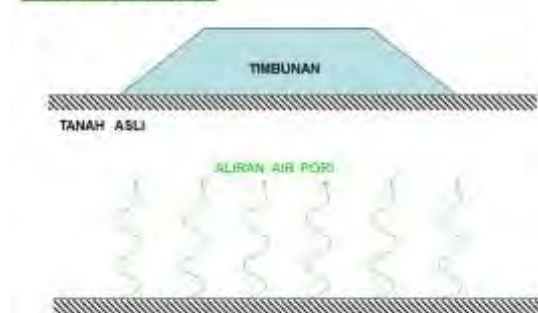
3. Daya dukung tanah dasar :

$$Q_{ult} = C.N_c + \gamma_t.D_f.N_q + 0,5. \gamma_t.B.N_\gamma$$

$$\frac{Q_{ult}}{P} \geq 3$$

2.5 Prevabricated Vertical Drain (PVD)

Arah aliran air pori



Gambar 2.6 Arah aliran air pori tanpa PVD

26.



Gambar 2.7 Arah aliran air pori dengan PVD

➤ **Waktu konsolidasi : t menurut HANSBO (1979)**

$$t = \frac{D^2 [F(n) + F_s + F_r] \ln (1 / (1 - U_h))}{8 C_h}$$

Dimana :

t = waktu yang dibutuhkan untuk mencapai U_h

D = diameter lingkaran equivalen

S = jarak antara titik pusat PVD

C_h = koefisien konsolidasi aliran horizontal $k_h/k_v \cdot C_v$

nilai k_h/k_v berkisar antara 2 s/d 5

$F(n)$ = faktor hambatan, disebabkan karena jarak PVD

F_r = faktor hambatan akibat gangguan pada PVD sendiri

F_s = faktor hambatan tanah yang terganggu (disturbed)

U_h = derajat konsolidasi tanah (arah horizontal)

$$F_r = \pi \cdot z \cdot (L - z) \left(\frac{k_h}{q_w} \right)$$

Dimana :

z = kedalaman titik yang ditinjau pada PVD

L = panjang drain

k_h = koefisien permeabilitas arah horizontal

q_w = kapasitas discharge dari drain

$$F_s = \left(\frac{k_h}{k_s} - 1 \right) \cdot L_n \left(\frac{d_s}{d_w} \right)$$

Dimana :

k_s = koefisien permeabilitas arah horizontal pada
tanah terganggu (disturbed)

d_s = diameter daerah yang terganggu sekeliling
vertikal drain

d_w = diameter equivalen

Dari data lapangan harga $F_s/F(n)$ antara 1 s/d 3

dan pada umumnya harga F_r umumnya kecil .

Dengan pertimbangan2 diatas maka :

28.

$$t = \frac{D^2 [2 F (n)] \text{Ln} (1 / (1 - U_h))}{8 C_h}$$

Dimana :

t = waktu yang dibutuhkan untuk mencapai U_h

D = diameter lingkaran equivalen

C_h = koefisien konsolidasi aliran horizontal

$$C_h = 1 \text{ s/d } 3 C_v$$

$F(n)$ = faktor hambatan, disebabkan karena jarak PVD

U_h = derajat konsolidasi tanah (arah horizontal)

$F(n)$: Faktor jarak PVD (S)

$$F(n) = \text{Ln} (D / d_w) - 0,75$$

Dimana :

$D = 1,13 S$ untuk pola pemasangan segiempat

$D = 1,05 S$ untuk pola pemasangan segitiga

$$d_w = 2 (a + b) / \pi \text{ atau } d_w = (a + b) / 2$$

a : lebar PVD (10 cm); b : tebal PVD (0,3 dan 0,5cm)



Selain konsolidasi arah horizontal juga terjadi konsolidasi arah vertikal U_v

Harga U_v dicari dari ;

$$T = t C_v / (H_{dr})^2$$

dimana :

H_{dr} = panjang PVD

C_v = harga C_v tanah pada lapisan sepanjang PVD

t = waktu sebarang yang dipilih

$$U_v = (2\sqrt{T_v / \pi}) \times 100\% \text{ untuk } 0 \text{ s/d } 60 \%$$

$$U_v = (100 - 10^a) \% \text{ dimana } a = (1,781 - T_v) / 0,933$$

Derajat konsolidasi gabungan U dapat dihitung dengan rumus ;

$$U = [1 - (1 - U_h)(1 - U_v)] \times 100\%$$

➤ **Menentukan kedalaman PVD**

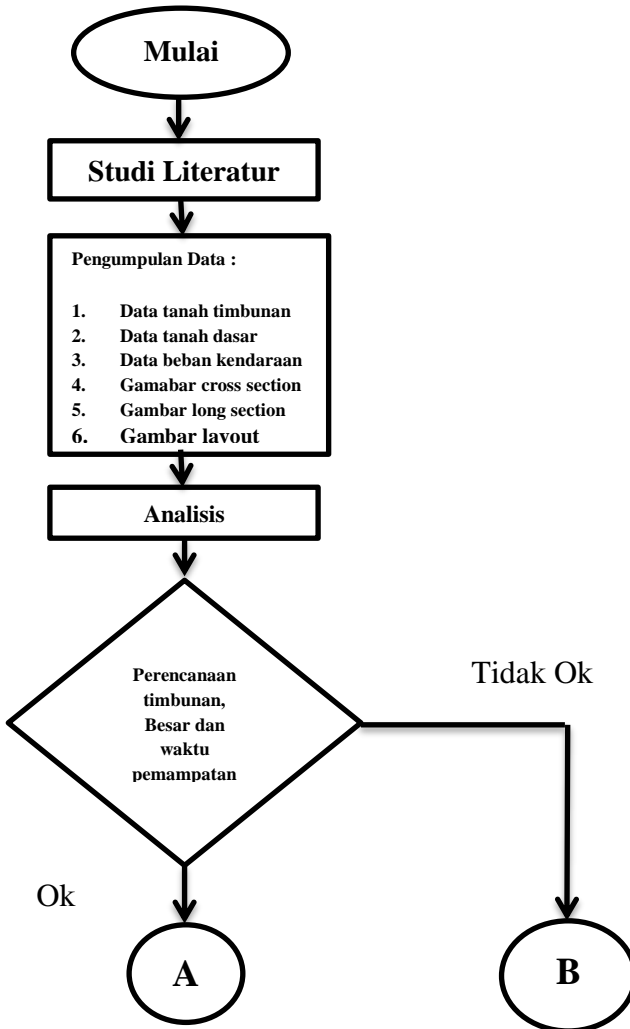
Untuk menentukan kedalaman PVD dapat digunakan metode dengan mengikuti asumsi sebagai berikut :

1. Lapisan tanah disekitar VD mengalami pemampatan relatif cepat dengan aliran air didominasi arah horizontal

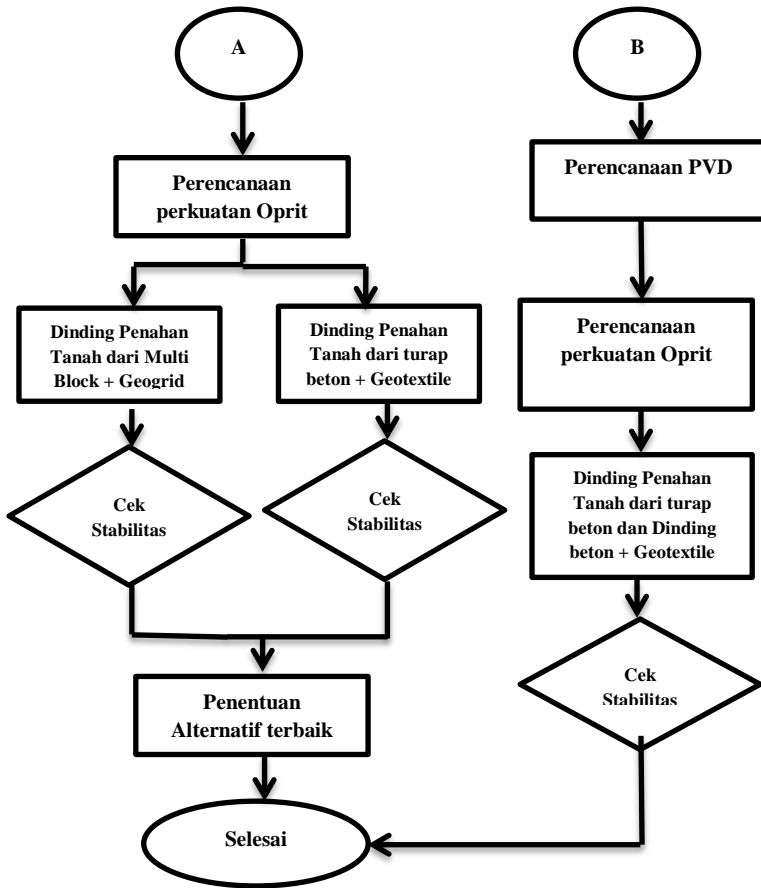
30.

2. Lapisan tanah dibawah ujung VD mengalami pemampatan dengan aliran air tetap kearah vertikal keatas
3. Nilai C_v di tiap-tiap lapisan tanah diasumsikan dan dapat digunakan C_v gabungan
4. $C_h = 2 \text{ s/d } 3 C_v$
5. Menentukan hubungan antara ($H_{\text{timbunan initial}}$ dengan ($H_{\text{timbunan fina}}$)
6. Penurunan dibagi 2 bagian :
 - Penurunan jangka pendek : akibat lapisan tanah setebal kedalaman PV
 - Penurunan jangka panjang : akibat pemampatan tanah setebal dibawah ujung PV
7. Penurunan dianggap dapat diterima bila kecepatan penurunan (rate of settlement) jangka panjang tidak melebihi dari yang telah ditetapkan (misal 1,5 cm / tahun)

BAB III METODOLOGI



Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan



Gambar 3.2 Diagram Alir A-B Perencanaan

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PERENCANAAN

Dalam bab ini akan di lakukan analisis data tanah sebagai langkah awal perencanaan, kemudian diikuti perencanaan timbunan dan perkuatanya.

4.1 Analisis data tanah

Data tanah yang didapatkan ada 2 data dimana data tanah pada STA 37+400 dan 37+490. Dari 2 data tanah tersebut diambil data tanah yang dianggap paling kritis sebagai acuan dalam perencanaan ini.

4.2 Analisis Kemampumampatan Tanah

Analisis kemampumampatan tanah dilakukan dengan memperhitungkan besarnya *settlement* (S_c), perhitungan dilakukan tiap STA yang ditinjau dalam perencanaan yaitu STA 37+300-37+600.

Dalam perencanaan $\gamma_{sat} \neq \gamma_{timbunan}$ dan dalam perhitungan S_c menggunakan rumus tanah *Overconsolidated (OC-Soil)*, hal ini didasarkan karena tanah lempung di Indonesia umumnya dapat dianggap sebagai tanah agak *Over Consolidated* (dikutip dari modul kuliah Prof.Dr.Ir. Indrasurya B. Mochtar Bab Tinggi Awal-Akhir Timbunan).

Tanah Overconsolidated (OC-Soil)

Tanah OC sendiri di bagi menjadi 2

1. Jika $(p_o' + \Delta P) \leq P_c'$ maka :

$$S_c = \frac{C_s}{1 + e_0} H \log \frac{P_o + \Delta P}{P_c'}$$

2. Jika $(p_o' + \Delta P) \geq P_c'$ maka :

$$S_c = \frac{C_s}{1 + e_0} H \log \frac{p_c'}{p_o'} + \frac{C_c}{1 + e_0} H \log \frac{p_o' + \Delta p}{p_c'}$$

Dimana :

Sc = pemampatan konsolidasi pada lapisan tanah yang di tinjau.

Eo = angka pori awal dari lapisan tanah ke i.

Cc = *Compression Index* dari lapisan tanah tersebut (lapisan ke i).

Po' = tekanan tanah vertical *effective* disuatu titik tengah-tengah lapisan ke I akibat beban tanah sendiri di atas titik tersebut (*Effective Overburden Pressure*).

Cs = *Swelling Index* dari lapisan tanah tersebut (lapisan ke i).

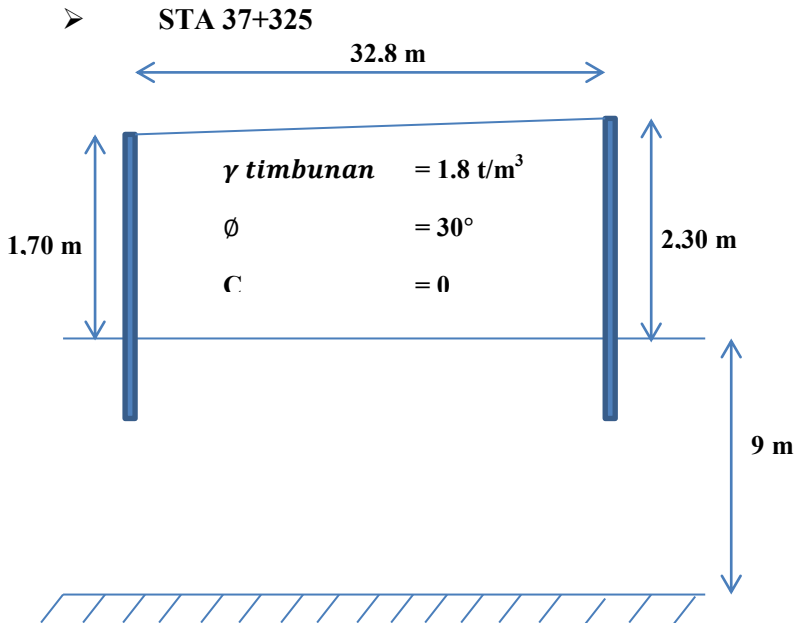
H = tebal lapisan tanah ke i

ΔP = Penambahan tegangan vertical di titik yang di tinjau (ditengah-tengah lapisan ke i) akibat beban timbunan jalan yang baru.

P_c = Tegangan pra konsolidasi.

Direncanakan timbunan dengan spesifikasi :

- γ timbunan = $1,8 \text{ t/m}^3$
- ϕ = 30°
- C = 0



Gambar 4.1 Gambar skets cross section STA 37+325

Catatan : perhitungan pemampatan di lakukan tiap tebal lapisan sebesar 1m.

Perhitungan :

- Tebal lapisan yang di analisa tiap ($H = 1\text{m}$) total $H = 3\text{m}$
- | | |
|---------------------|---|
| $z = 0,5 \text{ m}$ | $\gamma_{\text{sat}} = 1,952 \text{ t/m}^3$ |
| $e_o = 0,931$ | $\gamma' = (1,952 - 1) \text{ t/m}^3$ |
| $C_c = 0,506$ | $a/z = 0$ |

$$C_s = 0,101 \quad b/z = (16,4 \text{ m}/0,5 \text{ m}) = 32,80$$

$$I = 0,50$$

$$\begin{aligned} P &= \gamma \text{ timbunan} \times \text{tinggi timbunan tertinggi} \\ &= 1,8 \text{ t/m}^3 \times 2,30 \text{ m} = 4,15 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta P &= 2 \times I \times P = 2 \times 0,50 \times 4,15 \text{ t/m}^2 \\ &= 4,147 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_o' &= \sum h_i \times \gamma' i \\ &= 0,5 \text{ m} \times 0,866 \text{ t/m}^2 \\ &= 2,337 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Berdasarkan data yang di peroleh dari Balai Pelaksanaan Jalan Nasional V Dinas Bina Marga Jawa Timur di dapatkan nilai Over Consolidated Rasio (OCR) sebesar 1, 2 sehingga nilai P_c' adalah :
(Analisa penurunan di buat tiap 1 m dengan total kedalaman 9m).

$$P_c' = \text{OCR} \times P_o' = 1,2 \times 2,337 = 2,804 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned} S_c &= \frac{C_s}{1+e_0} H \log \frac{P'_c}{P'_0} + \frac{C_c}{1+e_0} H \log \frac{P'_0 + \Delta P}{P'_c} \\ S_c &= \frac{0,101}{1+0,931} \times 1 \text{ m} \log \frac{2,804 \text{ t/m}^2}{2,337 \text{ t/m}^2} + \\ &\quad \frac{0,506}{1+0,931} \times 1 \text{ m} \log \frac{2,337 \text{ t/m}^2 + 5,957 \text{ t/m}^2}{2,804 \text{ t/m}^2} \\ &= 0,127 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya disajikan dalam tabel 4.1–4.11

4.3 Analisis Perencanaan Tinggi timbunan

➤ Dasar teori

$$H_{awal} = \frac{q + (Sc \times (\gamma_{timbunan} - \gamma'_{timbunan}))}{\gamma_{timbunan}}$$

$$H_{final} = H_{awal} - Sc$$

$$q \text{ (t/m}^2\text{)} = \text{Beban pemisalan konstan}$$

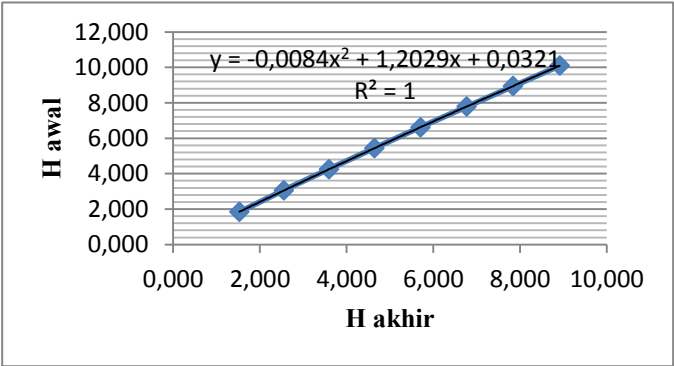
Dalam merencanakan besarnya $H_{initial}$ (H_{awal}) dihitung dengan memasukkan harga q (t/m^2) konstan pada perumusan mencari $H_{initial}$ (H_{awal}), kemudian didapatkan persamaan pada grafik hubungan antara H_{final} vs $H_{initial}$ (H_{awal}). Dari persamaan tersebut dapat di cari nilai $H_{initial}$ (H_{awal}) sesungguhnya dari H_{final} yang di inginkan, berikut adalah perhitungan $H_{initial}$ dan H_{final} yang akan di sjikan pada tabel berikut :

Tabel 4.12 Penentuan grafik $H_{initial}$ VS H_{final} dengan beban pemisalan

$q \text{ (t/m}^2\text{)}$	$Sc \text{ (m)}$	$H_{awal} \text{ (m)}$	$H_{akhir} \text{ (m)}$
3.00	0.310	1.839	1.529
5.00	0.506	3.059	2.553
7.00	0.663	4.257	3.594
9.00	0.795	5.442	4.647
11.00	0.909	6.616	5.707
13.00	1.009	7.783	6.774
15.00	1.099	8.944	7.845
17.00	1.179	10.100	8.920

Dari tabel diatas nilai H_{final} bukanlah nilai H_{final} yang diinginkan, perhitungan di atas adalah acuan untuk mendapatkan nilai H_{final} yang diinginkan dengan

menggunakan persamaan dari grafik. Grafik dari perhitungan tabel di atas adalah :



Gambar 4.2 Grafik H *initial* VS H *final*

Dari grafik di atas didapatkan persamaan :

$y = -0,0084 x^2 + 1,2029 x + 0,0321$

Dari persamaan tersebut nilai (x) adalah nilai H final yang diinginkan, dengan mensubtitusi nilai H final maka akan didapatkan nilai Hinitial yang diinginkan. Berikut adalah perhitungan yang akan disajikan pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Perhitungan H *final* dan H *initial* rencana

STA	H Final yang diharapkan (m)		Sc (m)	H initial (m)		H final yang di dapatkan		Selisih H final (m)	
	sisi kiri	sisi kanan		sisi kiri	sisi kanan	sisi kiri	sisi kanan	sisi kiri	sisi kanan
37+325	1.700	2.304	0.585	2.053	2.759	1.468	2.174	0.232	0.130
37+350	1.707	2.427	0.602	2.061	2.902	1.459	2.300	0.248	0.127
37+375	2.190	2.792	0.651	2.626	3.325	1.975	2.674	0.215	0.118
37+400	3.448	4.088	0.805	4.080	4.809	3.274	4.004	0.174	0.084
37+425	4.322	4.922	0.891	5.074	5.749	4.183	4.858	0.139	0.064
37+450	4.822	5.492	0.945	5.637	6.385	4.692	5.440	0.130	0.052
37+475	5.359	5.959	0.987	6.237	6.902	5.250	5.915	0.109	0.044

37+500	6.300	6.900	1.065	7.277	7.932	6.212	6.867	0.088	0.033
37+525	5.823	6.423	1.027	6.752	7.412	5.725	6.385	0.098	0.038
37+550	6.187	6.787	1.056	7.153	7.809	6.097	6.753	0.090	0.034
37+575	7.026	7.746	1.130	8.069	8.846	6.939	7.716	0.087	0.030

Dari perhitungan H_{final} dan $H_{initial}$ yang direncanakan pada tabel 4.13 dapat kita lihat ketika $H_{initial}$ didapatkan kemudian dikurangi dengan besarnya settlement pada masing-masing STA besarnya nilai H_{final} tidak sesuai dengan H_{final} yang direncanakan / diharapkan pada masing-masing STA. Secara teoritis ini dapat diterima namun pada pelaksanaannya $H_{initial}$ akan di tambahkan dengan selisih dari H_{final} yang di rencanakan / diharapkan dengan H_{final} yang di dapatkan. Berikut adalah hasil akhir dari H_{final} rencana dengan $H_{initial}$.

Tabel 4.14 Perhitungan akhir H_{final} dan $H_{initial}$ rencana

STA	H Final yang diharapkan (m)		H initial (m)	
	Sisi Kiri Timbunan	Sisi Kanan Timbunan	Sisi Kiri Timbunan	Sisi Kanan Timbunan
37+325	1.700	2.304	2.285	2.889
37+350	1.707	2.427	2.309	3.032
37+375	2.190	2.792	2.841	3.455
37+400	3.448	4.088	4.253	4.939
37+425	4.322	4.922	5.213	5.879
37+450	4.822	5.492	5.767	6.515
37+475	5.359	5.959	6.346	7.032
37+500	6.300	6.900	7.365	8.062
37+525	5.823	6.423	6.850	7.542
37+550	6.187	6.787	7.243	7.939
37+575	7.026	7.746	8.156	8.976

40.

4.4 Analisis Besarnya Waktu Pemampatan

Dalam hal ini direncanakan derajat konsolidasi sebesar $u = 70\%$.

$H = 9 \text{ m}$

$Cv_{gab} = 0,000833 \text{ cm/dt}^2$

$$t = \frac{T \times (H^2)}{Cv}$$

Dimana :

T = Faktor waktu konsolidasi dicari di tabel hubungan

u VS T untuk $u = 70\%$; $T = 0,403$

Tabel 4.15 Besarnya waktu pemampatan

Cv Gab (cm²/dt)	Cv Gab (m²/dt)	T	t (detik)	t (tahun)
0.000833	0.000000083	0.403	1935206598	62.21

Besarnya waktu pemampatan dengan derajat konsolidasi sebesar $U = 70\%$ sebesar 62,21 tahun terlalu lama, sehingga diperlukan PVD untuk mempercepat waktu pemampatan.

4.5 Analisis Perencanaan PVD

4.5.1 Kecepatan Penurunan Tanpa PVD

Sebagai contoh pada STA 37+575 total penurunan hingga kedalaman 20 m adalah sebesar 1,955 m. Sekarang di coba dihitung *rate of settlement* tanpa PVD

$$T_v = \frac{C_v \times t}{H d r^2} \quad ; \quad U_v = \sqrt{\frac{4 T_v}{\pi}} \times 100\%$$

Dimana :

$$C_v = 0,000833 \text{ cm}^2/\text{dt} = 2,591 \text{ m}^2/\text{tahun}$$

$$T_v = \frac{2,591 \times 1 \text{ tahun}}{(9 \text{ m})^2} = 0,03199$$

$$U_v = \sqrt{\frac{4 \times 0,03199}{\pi}} \times 100\% = 20,19\%$$

$$S_c = 1,130 \text{ m} \times 20,19\% = 22,81 \text{ cm}$$

Tabel 4.16 Kecepatan Penurunan Tanpa PVD

Tahun ke	Cv (m ² /tahun)	Tv	Uv (%)	Settlement (cm)
1	2.591	0.03199	20.19	22.81
2	2.591	0.06397	28.55	32.25
3	2.591	0.09596	34.96	39.50
4	2.591	0.12795	40.37	45.62
5	2.591	0.15994	45.14	51.00
6	2.591	0.19192	49.45	55.87
7	2.591	0.22391	53.41	60.34
8	2.591	0.25590	57.10	64.51
9	2.591	0.28788	60.56	68.42
10	2.591	0.31987	63.83	72.12

Bila penurunan pada tabel di atas dibiarkan maka beda penurunan akan merusak perkerasan, jika beda penurunan adalah $= 1/2 S_c$ maka pada tahun ke-1 terjadi sebesar $= \frac{1}{2} \times 22,81 \text{ cm} = 11,405 \text{ cm}$, ini berarti akan terjadi kerusakan pada perkerasan.

4.5.2 Perhitungan Kedalaman PVD

Dalam merencanakan kedalaman PVD diasumsikan :

1. Lapisan tanah disekitar *vertical drain* mengalami pemampatan yang relative cepat dengan aliran air dominan horizontal.
2. Lapisan tanah dibawah ujung dasar *vertical drain* mengalami pemampatan dengan arah aliran (tetap) dominan keatas (*vertical*).
3. Harga C_v adalah C_v gabungan sedalam PVD yang di rencanakan.
4. Direncanakan $C_h = 3 \times C_v$
5. Penurunan direncanakan dapat diterima bila kecepatan penurunan jangka panjang (rate of settlement) 1,5 cm/th. Diambil contoh perhitungan pada STA 37+575 yang akan di sjikan pada tabel 4.15 :

Tabel 4.17 Perbandingan Kedalaman PVD dengan Rate of Settlement.

Kedalaman PVD (m)	Penurunan Jangka Pendek (m)	Penurunan 10 tahun kemudian (m)	Rate of Settlement (cm/tahun)
3	0.216	0.779	7.79
4	0.402	0.681	6.81
5	0.571	0.552	5.52
6	0.722	0.408	4.08
7	0.873	0.257	2.57
8	1.012	0.118	1.18

Tabel perbandingan kedalaman PVD dengan *rate of settlement* selengkapnya akan di sajikan pada tabel 4.18 – 4.27

Penjelasan tabel :

1. Penurunan jangka pendek adalah penurunan akibat lapisan tanah setebal dengan kedalaman PVD.
2. Penurunan pada 10 tahun kemudian adalah penurunan jangka panjang, yaitu penurunan akibat pemampatan lapisan tanah dibawah kedalaman ujung PVD.

Dari tabel diatas didapatkan kedalaman PVD sebesar 8 m dengan penurunan jangka pendek sebesar **Sc = 1,012 m** dan Penurunan pada waktu 10 tahun kemudian adalah sebesar **Sc = 0,118 m** sehingga *Rate of Settlement* yang terjadi adalah sebesar **1,18 cm/th.**

Perhitungan besarnya penurunan pada 10 tahun kemudian adalah sebagai berikut :

Kedalaman PVD adalah sebesar 8 m, toatal kedalaman hingga tanah kedap air adalah sebesar 9 m. sehingga tebal lapisan tanah untuk penurunan jangka panjang adalah sebesar 1 m, sehingga :

- Cv gabungan (kedalaman dibawah PVD)

$$= 0,00091 \text{ cm}^2/\text{dt} = 2,830 \text{ m}^2/\text{tahun}$$

- $$Tv = \frac{Cv \times t}{H_{\text{drain}}^2} = \frac{2,830 \times 10 \text{ th}}{1 \text{ m}^2} = 28,305$$

- $$Uv = (100 - 10^{\left(\frac{1,781 - Tv}{0,933}\right)})$$

$$= (100 - 10^{\left(\frac{1,781 - 2,302}{0,933}\right)}) = 100\%$$

$$Sc = 1002\% \times (1,130 \text{ m} - 1,012 \text{ m}) = 0,118 \text{ m}$$

Tabel perhitungan penurunan 10 tahun kemudian selengkapnya akan di sajikan pada tabel 4.28 – 4.38

4.5.3 Perhitungan Waktu Pemampatan Pada Kedalaman PVD

Setelah diperoleh kedalaman PVD yang direncanakan pada STA 37+575 yaitu sebesar 17 m dengan rate of settlement 1,48 cm/tahun selanjutnya akan dicari besarnya waktu pemampatan pada lapisan tanah sebesar kedalaman PVD yang direncanakan.

Direncanakan :

- Jarak pemasangan PVD (s) = 1m dengan pola pemasangan segitiga.
- C_v gabungan pada lapisan tanah setebal kedalaman PVD yang direncanakan yaitu = $0,000000079 \text{ m}^2/\text{dt}$
- $Ch = 3 \times CV = 0,000000238 \text{ m}^2/\text{dt}$
- $a = 10 \text{ cm}$; $b = 5 \text{ cm}$
- $D = 1,05 \times 1\text{m} = 1,05 \text{ m}$
- $dw = (a+b)/2 = 0,0525 \text{ m}$
- $F(n) = \ln (D/dw) - 0,75 = \ln (1,05\text{m}/0,0525\text{m}) - 0,75$

$$= 2,25$$

$$t = \frac{D^2 [2 F (n)] \text{Ln} (1/ (1 - U_h))}{8 Ch}$$

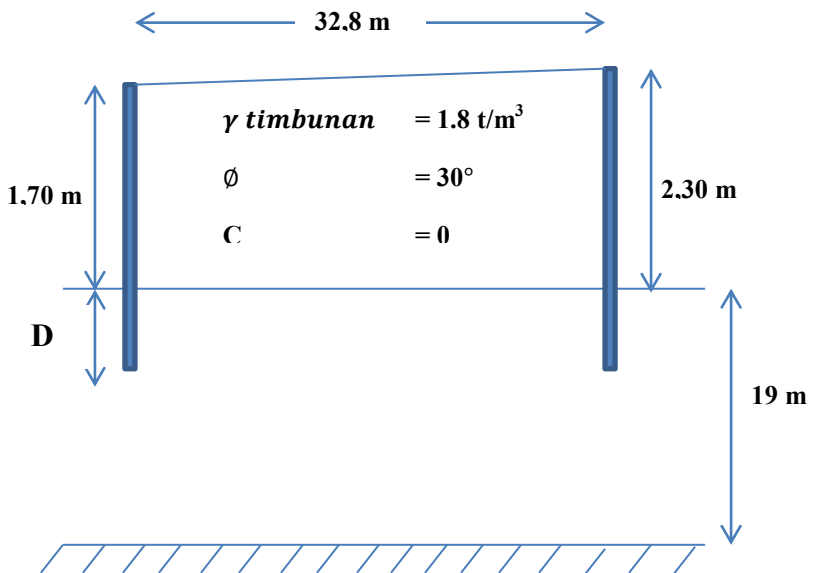
$$= \frac{1,05^2 [2 \times 2,25] \text{Ln} (1/ (1 - (70/100)))}{8 \times (2,38 \times 10^{-7})}$$

$$= 48,39 \text{ hari} = \mathbf{6,91 \text{ minggu}}$$

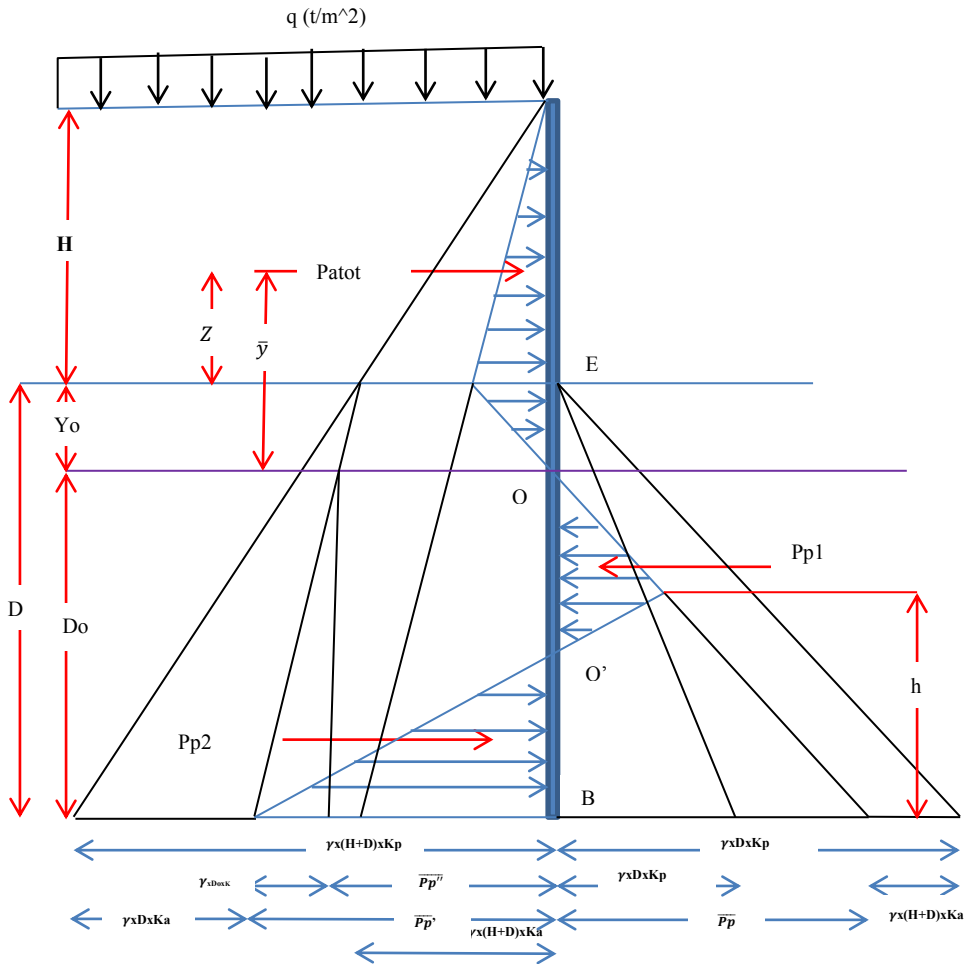
Perhitungan waktu pemampatan setebal kedalaman PVD disajikan pada tabel 4.39 – 4.49

4.6 Analisis Perencanaan Dinding Penahan Tanah Dari Turap

Dalam perencanaannya tekanan tanah kesamping menggunakan rumus dari Rankine, diambil contoh perhitungan pada STA 37+325. Direncanakan dinding penahan tanah hanya menahan beban lateral dan beban luar (q rencana) dan tekanan tanah kesamping. Acuan Perencanaan kedalaman pemancangan dan dimensi turap diambil pada sisi tertinggi timbunan.

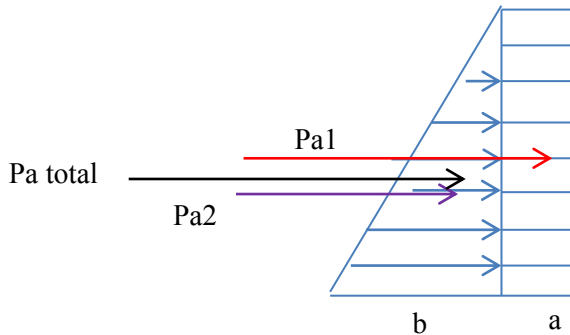


Gambar 4.3 Gambar skets *cross section* STA 37+325



Gambar 4.4 Mobilisasi tekanan tanah \emptyset -soil pada dinding turap kantilever

4.6.1 Analisis Perencanaan Kedalaman Turap



Gambar 4.5 Diagram tekanan Pa total

Perencanaan kedalaman turap didasarkan pada persamaan dari diagram mobilisasi tekanan pada dinding turap kantilever seperti pada gambar 4.3 yaitu :

Perjanjian Momen :

1. Searah jarum jam bernilai negative (-)
2. Berlawanan arah jarum jam bernilai Positif

Ambil momen terhadap ujung sheet pile

$$\sum MB = 0$$

$$-(6 Pa \times (Do + \bar{y}) \times (\overline{pp}' + 2 \times \gamma \times k \times Do)) + (\gamma \times k \times Do \times Do^2 \times (\overline{pp}' + 2 \times \gamma \times k \times Do)) - (\gamma \times k \times Do^2 - 2 \times Pa)^2 = 0$$

Dimana :

$$\overline{pp} + \overline{pp}' = \overline{pp}'' + (2 \times \gamma \times k \times Do)$$

48.

Dinding penahan tanah setinggi H hanya menerima beban lateral sebesar 25 % saja sementara sisanya sebesar 75 % di terima oleh Geotextile.

$$K_a = \tan^2 (45^\circ - \phi/2)$$

$$= \tan^2 (45^\circ - 30^\circ/2) = 0,333$$

$$K_p = \tan^2 (45^\circ + 22^\circ/2) = 2,198$$

$$\gamma_{\text{timbunan}} = 1,8 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_{\text{tanah}} = 1,952 \text{ t/m}^3$$

- $P_{a1} = a \times H$ (akibat beban *traffic* dan perkerasan)

Dimana :

$$\begin{aligned} a &= (q_{\text{pavement}} + q_{\text{traffic}}) \times K_a \times 25\% \\ &= (0,96 \text{ t/m}^2 + 0,85 \text{ t/m}^2) \times 0,333 \times 25\% \\ &= 0,151 \text{ t/m}^2 \times 1 \text{ m} = 0,151 \text{ t/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{a1} &= a \times H \\ &= 0,151 \text{ t/m} \times 2.304 \text{ m} \\ &= \mathbf{0,374 \text{ ton}} \end{aligned}$$

- $P_{a2} = \frac{1}{2} \times b \times H$ (akibat beban tekanan lateral tanah timbunan)

Dimana :

$$\begin{aligned} b &= K_a \times \gamma_{\text{timbunan}} \times H \times 25\% \\ &= 0,333 \times 1,8 \text{ t/m}^3 \times 2,304 \text{ m} \times 25\% \\ &= 0,345 \text{ t/m}^2 \times 1 \text{ m} \\ &= 0,345 \text{ t/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{a2} &= \frac{1}{2} \times b \times H \\ &= \frac{1}{2} \times 0,345 \text{ t/m} \times 2,304 \text{ m} \\ &= \mathbf{0,398 \text{ ton}} \end{aligned}$$

- $P_a \text{ total} = P_{a1} + P_{a2}$
 $= 0,374 \text{ ton} + 0,398 \text{ ton}$
 $= \mathbf{0,745 \text{ ton}}$
- $Y_o = \frac{K_a}{K_p - K_a} \times H$
 $= \frac{0,333}{2,198 - 0,333} \times 2,304 \text{ m} = 0,411 \text{ m}$
- $Z = \frac{(P_{a1} \times 0,5H) + (P_{a2} \times \frac{1}{3}H)}{P_{a1} + P_{a2}}$
 $= \frac{(0,374 \text{ t} \times 0,5 \times 2,304 \text{ m}) + (0,398 \text{ t} \times \frac{1}{3} \times 2,304 \text{ m})}{0,745 \text{ ton}} = 0,95 \text{ m}$
- $\bar{y} = Z + Y_o = 0,95 \text{ m} + 0,411 \text{ m} = 1,361 \text{ m}$
- $h = \frac{\bar{p}\bar{p} \times D_o - 2 \times P_a}{\bar{p}\bar{p} + \bar{p}\bar{p}'}$
- $\bar{p}\bar{p}' = [(\gamma \times K_p \times H) + (\gamma \times K_p \times D_o) + (\gamma \times K_p \times Y_o)] - [(\gamma \times K_a \times D_o) + (\gamma \times K_a \times Y_o)] - [(\gamma \times K \times D_o)]$
 $= [(1,952 \times 2,198 \times 2,304) + (1,952 \times 2,198 \times D_o) + (1,952 \times 2,198 \times 0,411)] - [(1,952 \times 0,333 \times D_o) + (1,952 \times 0,333 \times 0,411)] - [(1,952 \times 2,198 \times D_o)]$

$$\sum MB = 0$$

- $-(6 P_a \times (D_o + \bar{y}) \times (\bar{p}\bar{p}' + 2 \times \gamma \times k \times D_o)) + (\gamma \times k \times D_o \times D_o^2 \times (\bar{p}\bar{p}' + 2 \times \gamma \times k \times D_o)) - (\gamma \times k \times D_o^2 - 2 \times P_a)^2 = 0$
- $-[(6 \times 0,745(D_o + 1,361) \times (-0,63D_o + 11,55 + 2 \times 1,891 \times 2,198D_o)) - [1,952 \times 2,198D_o^3 \times (-0,63D_o + 11,55 + 2 \times 1,952 \times 2,198D_o)] + [(1,952 \times 2,198D_o^2 - 2 \times 0,745)^2] = 0$

50.

- $-[(4,47Do + 6,08) \times (7,68Do + 11,55)] - [(4,16Do^3) \times (7,68Do + 11,55)] + [(4,16Do^2 - 1,49) \times (4,16Do^2 - 1,469)] = 0$
- $-[34,33Do^2 + 51,63Do + 46,69Do + 70,22] + [31,95Do^4 + 48,05Do^3] - [17,40Do^4 - 12,40Do^2 + 2,22] = 0$
- $-34,33Do^2 - 51,63Do - 40,47Do - 60,86 + 31,95Do^4 + 48,05Do^3 - 17,30Do^4 + 12,40Do^2 - 2,22 = 0$
- **$14,65Do^4 + 48,05Do^3 - 21,93Do^2 - 98,32Do - 72,44 = 0$**

Dari persamaan pangkat empat yang didapat dilanjutkan mencari nilai Do dengan cara *trial and error* yang akan disajikan pada tabel 4.50.

Tabel 4.50 Perhitungan *Trial and error* mencari nilai Do

Do	$14.65Do^4$	$48.05Do^3$	$-21.93Do^2$	$-98.32Do$	-72.44	$\Sigma = 0$
0.10000	0.00147	0.04805	-0.21930	-9.83	-72.44	-82.44
0.20000	0.02344	0.38440	-0.87720	-19.66	-72.44	-92.57
0.30000	0.11867	1.29735	-1.97370	-29.50	-72.44	-102.49
0.40000	0.37504	3.07520	-3.50880	-39.33	-72.44	-111.83
0.50000	0.91563	6.00625	-5.48250	-49.16	-72.44	-120.16
0.60000	1.89864	10.37880	-7.89480	-58.99	-72.44	-127.05
0.70000	3.51747	16.48115	-10.74570	-68.82	-72.44	-132.01
0.80000	6.00064	24.60160	-14.03520	-78.66	-72.44	-134.53
0.90000	9.61187	35.02845	-17.76330	-88.49	-72.44	-134.05
1.00000	14.65000	48.05000	-21.93000	-98.32	-72.44	-129.99
1.10000	21.44907	63.95455	-26.53530	-108.15	-72.44	-121.72
1.20000	30.37824	83.03040	-31.57920	-117.98	-72.44	-108.59
1.30000	41.84187	105.56585	-37.06170	-127.82	-72.44	-89.91
1.40000	56.27944	131.84920	-42.98280	-137.65	-72.44	-64.94
1.50000	74.16563	162.16875	-49.34250	-147.48	-72.44	-32.93
1.58402	92.23171	190.97450	-55.02499	-155.74	-72.44	0.00
1.68402	117.82206	229.47487	-62.19180	-165.57	-72.44	47.09

Dari perhitungan *trial and error* di dapat nilai $D_o = 1,58$ m sehingga nilai kedalaman dinding turap yang di pancang adalah :

$$D = (D_o + Y_o) \times SF = (1,58 + 0,411) \text{ m} \times 1,2 = 2,40 \text{ m}$$

Sedangkan untuk total panjang turap (L) pada STA 37+325 adalah :

$$L \text{ sisi kanan} = D + H = 2,40 \text{ m} + 2,304 \text{ m} = 4,704 \text{ m} \approx 5 \text{ m}$$

$$L \text{ sisi kiri} = D + H = 2,40 \text{ m} + 1,70 \text{ m} = 4,10 \text{ m} \approx 4 \text{ m}$$

❖ STA 37+350

Dari perhitungan seperti yang di contohkan pada STA 37+325 didapatkan persamaan pangkat empat untuk STA 37+350 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} &\text{➤ } 14,65D_o^4 + 48,38D_o^3 - 37,32D_o^2 - 109,5D_o - 82,85 \\ &= 0 \end{aligned}$$

Dari persamaan pangkat empat yang didapat dilanjutkan mencari nilai D_o dengan cara *trial and error* yang akan disajikan pada tabel 4.51.

$$\begin{aligned} \bullet \quad Y_o &= \frac{K_a}{K_p - K_a} \times H \\ &= \frac{0,333}{2,198 - 0,333} \times 2,427 \text{ m} = 0,433 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\bullet \quad Z = \frac{(Pa_1 \times 0,5H) + (Pa_2 \times \frac{1}{3}H)}{Pa_1 + Pa_2}$$

52.

$$= \frac{(0,370 \text{ t} \times 0,5 \times 2,427\text{m}) + (0,440 \text{ t} \times \frac{1}{3} \times 2,427\text{m})}{0,810 \text{ ton}} = 0,99 \text{ m}$$

- $\bar{y} = Z + Y_o = 0,99 \text{ m} + 0,433 \text{ m} = 1,42 \text{ m}$

Tabel 4.51 Perhitungan *Trial and error* mencari nilai Do

Do	14.65Do ⁴	48.38Do ³	-37.32Do ²	-109.5Do	-82.85	$\Sigma = 0$
0.20000	0.02344	0.38704	-1.49280	-21.90	-82.85	-105.83
0.30000	0.11867	1.30626	-3.35880	-32.85	-82.85	-117.63
0.40000	0.37504	3.09632	-5.97120	-43.80	-82.85	-129.15
0.50000	0.91563	6.04750	-9.33000	-54.75	-82.85	-139.97
0.60000	1.89864	10.45008	-13.43520	-65.70	-82.85	-149.64
0.70000	3.51747	16.59434	-18.28680	-76.65	-82.85	-157.67
0.80000	6.00064	24.77056	-23.88480	-87.60	-82.85	-163.56
0.90000	9.61187	35.26902	-30.22920	-98.55	-82.85	-166.75
1.00000	14.65000	48.38000	-37.32000	-109.50	-82.85	-166.64
1.10000	21.44907	64.39378	-45.15720	-120.45	-82.85	-162.61
1.20000	30.37824	83.60064	-53.74080	-131.40	-82.85	-154.01
1.30000	41.84187	106.29086	-63.07080	-142.35	-82.85	-140.14
1.40000	56.27944	132.75472	-73.14720	-153.30	-82.85	-120.26
1.50000	74.16563	163.28250	-83.97000	-164.25	-82.85	-93.62
1.60000	96.01024	198.16448	-95.53920	-175.20	-82.85	-59.41
1.73450	132.59735	252.45779	-112.27686	-189.93	-82.85	0.00
1.75000	137.40098	259.28656	-114.29250	-191.63	-82.85	7.92

Dari perhitungan *trial and error* di dapat nilai Do = **1,73 m** sehingga nilai kedalaman dinding turap yang di pancang adalah :

$$D = (D_o + Y_o) \times SF = (1,73 + 0,433)\text{m} \times 1,2 = \mathbf{2,59 \text{ m} \approx 2,6 \text{ m}}$$

Sedangkan untuk total panjang turap (**L**) pada STA 37+350 adalah :

$$L \text{ sisi kanan} = D + H = 2,6 \text{ m} + 2,427 \text{ m} = \mathbf{5,02 \text{ m} \approx 5 \text{ m}}$$

$$L \text{ sisi kiri} = D + H = 2,6 \text{ m} + 1,707 \text{ m} = \mathbf{4,297 \text{ m} \approx 4 \text{ m}}$$

❖ STA 37+375

Didapatkan persamaan pangkat empat untuk STA 37+375 adalah sebagai berikut :

$$\text{➤ } \mathbf{13,34D_o^4 + 51,13D_o^3 - 28,38D_o^2 - 150,91D_o - 132,11 = 0}$$

Dari persamaan pangkat empat yang didapat dilanjutkan mencari nilai D_o dengan cara *trial and error* yang akan disajikan pada tabel 4.52.

$$\begin{aligned} \bullet \quad Y_o &= \frac{K_a}{K_p - K_a} \times H \\ &= \frac{0,333}{2,117 - 0,333} \times 2,792 \text{ m} = 0,52 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad Pa_1 &= a \times H \\ &= 0,151 \text{ t/m} \times 2,792 \text{ m} \\ &= \mathbf{0,42 \text{ ton}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad Pa_2 &= \frac{1}{2} \times b \times H \\ &= \frac{1}{2} \times 0,42 \text{ t/m} \times 2,792 \text{ m} \\ &= \mathbf{0,59 \text{ ton}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad Z &= \frac{(Pa_1 \times 0,5H) + (Pa_2 \times \frac{1}{3}H)}{Pa_1 + Pa_2} \\ &= \frac{(0,420 \text{ t} \times 0,5 \times 2,792 \text{ m}) + (0,59 \text{ t} \times \frac{1}{3} \times 2,792 \text{ m})}{1,01 \text{ ton}} = 1,12 \text{ m} \end{aligned}$$

54.

- $\bar{y} = Z + Y_o = 1,12 \text{ m} + 0,52 \text{ m} = 1,64 \text{ m}$

Tabel 4.52 Perhitungan *Trial and error* mencari nilai Do

Do	$13.34Do^4$	$51.13Do^3$	$-28.38Do^2$	$-150.91Do$	-132.11	$\Sigma = 0$
0.40000	0.34150	3.27232	-4.54080	-60.36	-132.11	-193.40
0.50000	0.83375	6.39125	-7.09500	-75.46	-132.11	-207.44
0.60000	1.72886	11.04408	-10.21680	-90.55	-132.11	-220.10
0.70000	3.20293	17.53759	-13.90620	-105.64	-132.11	-230.91
0.80000	5.46406	26.17856	-18.16320	-120.73	-132.11	-239.36
0.90000	8.75237	37.27377	-22.98780	-135.82	-132.11	-244.89
1.00000	13.34000	51.13000	-28.38000	-150.91	-132.11	-246.93
1.10000	19.53109	68.05403	-34.33980	-166.00	-132.11	-244.87
1.20000	27.66182	88.35264	-40.86720	-181.09	-132.11	-238.05
1.30000	38.10037	112.33261	-47.96220	-196.18	-132.11	-225.82
1.40000	51.24694	140.30072	-55.62480	-211.27	-132.11	-207.46
1.50000	67.53375	172.56375	-63.85500	-226.37	-132.11	-182.23
1.60000	87.42502	209.42848	-72.65280	-241.46	-132.11	-149.37
1.70000	111.41701	251.20169	-82.01820	-256.55	-132.11	-108.06
1.80000	140.03798	298.19016	-91.95120	-271.64	-132.11	-57.47
1.89505	172.04360	347.96680	-101.91867	-285.98	-132.11	0.00
1.99505	211.33478	406.01039	-112.95877	-301.07	-132.11	71.20

Dari perhitungan *trial and error* di dapat nilai Do = **1,90 m** sehingga nilai kedalaman dinding turap yang di pancang adalah

$$D = Do + Y_o = (1,89 + 0,520)\text{m} \times 1,2 = \mathbf{2,89 \text{ m} \approx 3 \text{ m}}$$

Sedangkan untuk total panjang turap (L) pada STA 37+375 adalah :

$$L \text{ sisi kanan} = D + H = 3 \text{ m} + 2,792 \text{ m} = \mathbf{5,68 \text{ m} \approx 6 \text{ m}}$$

$$L \text{ sisi kiri} = D + H = 2,415 \text{ m} + 2,19 \text{ m} = \mathbf{5,08 \text{ m} \approx 5 \text{ m}}$$

Karena pada STA 37+325 – 37+375 L turap yang dibutuhkan < 8m (L minimum turap) maka dinding penahan tanah menggunakan dinding penahan kantilever konvensional.

❖ STA 37+400

Didapatkan persamaan pangkat empat untuk STA 37+400 adalah sebagai berikut :

$$\text{➤ } 13,3D_o^4 + 74,59D_o^3 - 51,31D_o^2 - 395D_o - 498,18 = 0$$

Dari persamaan pangkat empat yang didapat dilanjutkan mencari nilai D_o dengan cara *trial and error* yang akan disajikan pada tabel 4.53.

$$\begin{aligned} \bullet \quad Y_o &= \frac{K_a}{K_p - K_a} \times H \\ &= \frac{0,333}{2,117 - 0,333} \times 4,088 \text{ m} = 0,76 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad Pa_1 &= a \times H \\ &= 0,151 \text{ t/m} \times 4,088 \text{ m} \\ &= \mathbf{0,61 \text{ ton}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad Pa_2 &= \frac{1}{2} \times b \times H \\ &= \frac{1}{2} \times 0,61 \text{ t/m} \times 4,088 \text{ m} \\ &= \mathbf{1,22 \text{ ton}} \end{aligned}$$

$$\bullet \quad Z = \frac{(Pa_1 \times 0,5H) + (Pa_2 \times \frac{1}{3}H)}{Pa_1 + Pa_2}$$

56.

$$= \frac{(0,61 \text{ t} \times 0,5 \times 4,088\text{m}) + (1,22 \text{ t} \times \frac{1}{3} \times 4,088\text{m})}{1,83 \text{ ton}} = 1,59 \text{ m}$$

- $\bar{y} = Z + Y_o = 1,59 \text{ m} + 0,76 \text{ m} = 2,35 \text{ m}$

Tabel 4.53 Perhitungan *Trial and error* mencari nilai Do

Do	13.30Do ⁴	74.59Do ³	-51.31Do ²	-395Do	-498.18	$\Sigma = 0$
1.10000	19.47253	99.27929	-62.08510	-434.50	-498.18	-876.01
1.20000	27.57888	128.89152	-73.88640	-474.00	-498.18	-889.60
1.30000	37.98613	163.87423	-86.71390	-513.50	-498.18	-896.53
1.40000	51.09328	204.67496	-100.56760	-553.00	-498.18	-895.98
1.50000	67.33125	251.74125	-115.44750	-592.50	-498.18	-887.06
1.60000	87.16288	305.52064	-131.35360	-632.00	-498.18	-868.85
1.70000	111.08293	366.46067	-148.28590	-671.50	-498.18	-840.42
1.80000	139.61808	435.00888	-166.24440	-711.00	-498.18	-800.80
1.90000	173.32693	511.61281	-185.22910	-750.50	-498.18	-748.97
2.00000	212.80000	596.72000	-205.24000	-790.00	-498.18	-683.90
2.10000	258.65973	690.77799	-226.27710	-829.50	-498.18	-604.52
2.20000	311.56048	794.23432	-248.34040	-869.00	-498.18	-509.73
2.30000	372.18853	907.53653	-271.42990	-908.50	-498.18	-398.38
2.40000	441.26208	1031.13216	-295.54560	-948.00	-498.18	-269.33
2.50000	519.53125	1165.46875	-320.68750	-987.50	-498.18	-121.37
2.57341	583.29409	1271.18149	-339.79735	-1016.50	-498.18	0.00
2.67341	679.38181	1425.20492	-366.71878	-1056.00	-498.18	183.69

Dari perhitungan *trial and error* di dapat nilai Do = **2,6 m** sehingga nilai kedalaman dinding turap yang di pancang adalah :

$$D = (D_o + Y_o) \times SF = (2,57 + 0,76)\text{m} \times 1,2 = \mathbf{3,996 \text{ m} \approx 4 \text{ m}}$$

Sedangkan untuk total panjang turap (**L**) pada STA 37+400 adalah :

$$L \text{ sisi kanan} = D + H = 4 \text{ m} + 4,088 \text{ m} = \mathbf{8 \text{ m}}$$

$$L \text{ sisi kiri} = D + H = 4 \text{ m} + 3,448 \text{ m} = \mathbf{7 \text{ m}}$$

❖ STA 37+425

Didapatkan persamaan pangkat empat untuk STA 37+425 adalah sebagai berikut :

$$\text{➤ } 11,88D_o^4 + 80,92D_o^3 - 67,52D_o^2 - 631,04D_o - 964,5 = 0$$

Dari persamaan pangkat empat yang didapat dilanjutkan mencari nilai D_o dengan cara *trial and error* yang akan disajikan pada tabel 4.54.

$$\begin{aligned} \bullet \quad Y_o &= \frac{K_a}{K_p - K_a} \times H \\ &= \frac{0,333}{2,040 - 0,333} \times 4,922 \text{ m} = 0,96 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad Pa_1 &= a \times H \\ &= 0,151 \text{ t/m} \times 4,922 \text{ m} \\ &= \mathbf{0,74 \text{ ton}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad Pa_2 &= \frac{1}{2} \times b \times H \\ &= \frac{1}{2} \times 0,74 \text{ t/m} \times 4,922 \text{ m} \\ &= \mathbf{1,82 \text{ ton}} \end{aligned}$$

$$\bullet \quad Z = \frac{(Pa_1 \times 0,5H) + (Pa_2 \times \frac{1}{3}H)}{Pa_1 + Pa_2}$$

58.

$$= \frac{(0,74 \text{ t} \times 0,5 \times 4,922\text{m}) + (1,82 \text{ t} \times \frac{1}{3} \times 4,922\text{m})}{2,55 \text{ ton}} = 1,885 \text{ m}$$

- $\bar{y} = Z + Y_o = 1,885 \text{ m} + 0,96 \text{ m} = 2,85 \text{ m}$

Tabel 4.54 Perhitungan *Trial and error* mencari nilai Do

Do	11.88Do ⁴	80.92Do ³	-67.52Do ²	-631.04Do	-964.5	$\Sigma = 0$
1.60000	77.85677	331.44832	-172.85120	-1009.66	-964.50	-1737.71
1.70000	99.22295	397.55996	-195.13280	-1072.77	-964.50	-1735.62
1.80000	124.71149	471.92544	-218.76480	-1135.87	-964.50	-1722.50
1.90000	154.82135	555.03028	-243.74720	-1198.98	-964.50	-1697.37
2.00000	190.08000	647.36000	-270.08000	-1262.08	-964.50	-1659.22
2.10000	231.04343	749.40012	-297.76320	-1325.18	-964.50	-1607.00
2.20000	278.29613	861.63616	-326.79680	-1388.29	-964.50	-1539.65
2.30000	332.45111	984.55364	-357.18080	-1451.39	-964.50	-1456.07
2.40000	394.14989	1118.63808	-388.91520	-1514.50	-964.50	-1355.12
2.50000	464.06250	1264.37500	-422.00000	-1577.60	-964.50	-1235.66
2.60000	542.88749	1422.24992	-456.43520	-1640.70	-964.50	-1096.50
2.70000	631.35191	1592.74836	-492.22080	-1703.81	-964.50	-936.43
2.80000	730.21133	1776.35584	-529.35680	-1766.91	-964.50	-754.20
2.90000	840.24983	1973.55788	-567.84320	-1830.02	-964.50	-548.55
3.00000	962.28000	2184.84000	-607.68000	-1893.12	-964.50	-318.18
3.12262	1129.52335	2463.85391	-658.37271	-1970.50	-964.50	0.00
3.22262	1281.31228	2708.22527	-701.21582	-2033.60	-964.50	290.22

Dari perhitungan *trial and error* di dapat nilai Do = **3,1 m** sehingga nilai kedalaman dinding turap yang di pancang adalah :

$$D = (D_o + Y_o) \times SF = (3,12 + 0,96)\text{m} \times 1,2 = \mathbf{4,896 \text{ m} \approx 5 \text{ m}}$$

Sedangkan untuk total panjang turap (**L**) pada STA 37+425 adalah :

$$L \text{ sisi kanan} = D + H = 5 \text{ m} + 4,922 \text{ m} = \mathbf{9,82 \text{ m} \approx 10 \text{ m}}$$

$$L \text{ sisi kiri} = D + H = 5 \text{ m} + 4,322 \text{ m} = \mathbf{9,22 \text{ m} \approx 9 \text{ m}}$$

❖ STA 37+450

Didapatkan persamaan pangkat empat untuk STA 37+450 adalah sebagai berikut :

$$\text{➤ } \mathbf{11,84D_o^4 + 90,35D_o^3 - 81,1D_o^2 - 849,90D_o - 1454,03 = 0}$$

Dari persamaan pangkat empat yang didapat dilanjutkan mencari nilai D_o dengan cara *trial and error* yang akan disajikan pada tabel 4.55.

$$\begin{aligned} \bullet \quad Y_o &= \frac{K_a}{K_p - K_a} \times H \\ &= \frac{0,333}{2,040 - 0,333} \times 5,492 \text{ m} = 1,071 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad Pa_1 &= a \times H \\ &= 0,151 \text{ t/m} \times 5,492 \text{ m} \\ &= \mathbf{0,82 \text{ ton}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad Pa_2 &= \frac{1}{2} \times b \times H \\ &= \frac{1}{2} \times 0,82 \text{ t/m} \times 5,492 \text{ m} \\ &= \mathbf{2,25 \text{ ton}} \end{aligned}$$

$$\bullet \quad Z = \frac{(Pa_1 \times 0,5H) + (Pa_2 \times \frac{1}{3}H)}{Pa_1 + Pa_2}$$

60.

$$= \frac{(0,82 \text{ t} \times 0,5 \times 5,492\text{m}) + (2,25 \text{ t} \times \frac{1}{3} \times 5,492\text{m})}{3,07 \text{ ton}} = 2,07 \text{ m}$$

- $\bar{y} = Z + Y_o = 2,07 \text{ m} + 1,071 \text{ m} = 3,2 \text{ m}$

Tabel 4.55 Perhitungan *Trial and error* mencari nilai Do

Do	11.84Do ⁴	90.35Do ³	-81.1Do ²	-849.90Do	-1454.03	$\Sigma = 0$
1.90000	154.30006	619.71065	-292.77100	-1614.81	-1454.03	-2587.60
2.00000	189.44000	722.80000	-324.40000	-1699.80	-1454.03	-2565.99
2.10000	230.26550	836.73135	-357.65100	-1784.79	-1454.03	-2529.47
2.20000	277.35910	962.04680	-392.52400	-1869.78	-1454.03	-2476.93
2.30000	331.33174	1099.28845	-429.01900	-1954.77	-1454.03	-2407.20
2.40000	392.82278	1248.99840	-467.13600	-2039.76	-1454.03	-2319.10
2.50000	462.50000	1411.71875	-506.87500	-2124.75	-1454.03	-2211.44
2.60000	541.05958	1587.99160	-548.23600	-2209.74	-1454.03	-2082.95
2.70000	629.22614	1778.35905	-591.21900	-2294.73	-1454.03	-1932.39
2.80000	727.75270	1983.36320	-635.82400	-2379.72	-1454.03	-1758.46
2.90000	837.42070	2203.54615	-682.05100	-2464.71	-1454.03	-1559.82
3.00000	959.04000	2439.45000	-729.90000	-2549.70	-1454.03	-1335.14
3.10000	1093.44886	2691.61685	-779.37100	-2634.69	-1454.03	-1083.03
3.20000	1241.51398	2960.58880	-830.46400	-2719.68	-1454.03	-802.07
3.30000	1404.13046	3246.90795	-883.17900	-2804.67	-1454.03	-490.84
3.44039	1658.75563	3679.18128	-959.92258	-2923.99	-1454.03	0.00
3.54039	1860.18494	4009.41927	-1016.53671	-3008.98	-1454.03	390.06

Dari perhitungan *trial and error* di dapat nilai Do = **3,4 m** sehingga nilai kedalaman dinding turap yang di pancang adalah :

$$D = (D_o + Y_o) \times SF = (3,4 + 1,071)\text{m} \times 1,2 = \mathbf{5,36 \text{ m} \approx 5,4 \text{ m}}$$

Sedangkan untuk total panjang turap (**L**) pada STA 37+450 adalah :

$$L \text{ sisi kanan} = D + H = 5,4 \text{ m} + 5,492 \text{ m} = \mathbf{10,89 \text{ m} \approx 11 \text{ m}}$$

$$L \text{ sisi kiri} = D + H = 5,4 \text{ m} + 4,822 \text{ m} = \mathbf{10,2 \text{ m} \approx 10 \text{ m}}$$

❖ STA 37+475

Didapatkan persamaan pangkat empat untuk STA 37+475 adalah sebagai berikut :

$$\text{➤ } \mathbf{11,84D_o^4 + 100,69D_o^3 - 93,53D_o^2 - 1063,43D_o - 1967,04 = 0}$$

Dari persamaan pangkat empat yang didapat dilanjutkan mencari nilai D_o dengan cara *trial and error* yang akan disajikan pada tabel 4.56.

$$\begin{aligned} \bullet \quad Y_o &= \frac{K_a}{K_p - K_a} \times H \\ &= \frac{0,333}{2,040 - 0,333} \times 5,959 \text{ m} = 1,16 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad Pa_1 &= a \times H \\ &= 0,151 \text{ t/m} \times 5,959 \text{ m} \\ &= \mathbf{0,89 \text{ ton}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad Pa_2 &= \frac{1}{2} \times b \times H \\ &= \frac{1}{2} \times 0,89 \text{ t/m} \times 5,959 \text{ m} \\ &= \mathbf{2,65 \text{ ton}} \end{aligned}$$

$$\bullet \quad Z = \frac{(Pa_1 \times 0,5H) + (Pa_2 \times \frac{1}{3}H)}{Pa_1 + Pa_2}$$

62.

$$= \frac{(0,89 \text{ t} \times 0,5 \times 5,959 \text{ m}) + (2,65 \text{ t} \times \frac{1}{3} \times 5,959 \text{ m})}{3,54 \text{ ton}} = 2,21 \text{ m}$$

- $\bar{y} = Z + Y_0 = 2,21 \text{ m} + 1,16 \text{ m} = 3,37 \text{ m}$

Tabel 4.56 Perhitungan *Trial and error* mencari nilai Do

Do	11.84Do ⁴	100.69Do ³	-93.5Do ²	-1063.43Do	-1967.04	$\Sigma = 0$
2.20000	277.35910	1072.14712	-452.54000	-2339.55	-1967.04	-3409.62
2.30000	331.33174	1225.09523	-494.61500	-2445.89	-1967.04	-3351.12
2.40000	392.82278	1391.93856	-538.56000	-2552.23	-1967.04	-3273.07
2.50000	462.50000	1573.28125	-584.37500	-2658.58	-1967.04	-3174.21
2.60000	541.05958	1769.72744	-632.06000	-2764.92	-1967.04	-3053.23
2.70000	629.22614	1981.88127	-681.61500	-2871.26	-1967.04	-2908.81
2.80000	727.75270	2210.34688	-733.04000	-2977.60	-1967.04	-2739.58
2.90000	837.42070	2455.72841	-786.33500	-3083.95	-1967.04	-2544.17
3.00000	959.04000	2718.63000	-841.50000	-3190.29	-1967.04	-2321.16
3.10000	1093.44886	2999.65579	-898.53500	-3296.63	-1967.04	-2069.10
3.20000	1241.51398	3299.40992	-957.44000	-3402.98	-1967.04	-1786.53
3.30000	1404.13046	3618.49653	-1018.21500	-3509.32	-1967.04	-1471.95
3.40000	1582.22182	3957.51976	-1080.86000	-3615.66	-1967.04	-1123.82
3.50000	1776.74000	4317.08375	-1145.37500	-3722.01	-1967.04	-740.60
3.60000	1988.66534	4697.79264	-1211.76000	-3828.35	-1967.04	-320.69
3.67087	2149.95387	4980.74629	-1259.94135	-3903.72	-1967.04	0.00
3.77087	2393.97343	5398.98423	-1329.52168	-4010.06	-1967.04	486.34

Dari perhitungan *trial and error* di dapat nilai Do = **3,7 m** sehingga nilai kedalaman dinding turap yang di pancang adalah :

$$D = (D_0 + Y_0) \times SF = (3,67 + 1,16) \text{ m} \times 1,2 = \mathbf{5,796 \text{ m} \approx 5,8 \text{ m}}$$

Sedangkan untuk total panjang turap (**L**) pada STA 37+475 adalah :

$$L \text{ sisi kanan} = D + H = 5,8 \text{ m} + 5,959 \text{ m} = \mathbf{11,75 \text{ m} \approx 12 \text{ m}}$$

$$L \text{ sisi kiri} = D + H = 5,8 \text{ m} + 5,359 \text{ m} = \mathbf{11,15 \text{ m} \approx 11 \text{ m}}$$

❖ STA 37+500

Didapatkan persamaan pangkat empat untuk STA 37+500 adalah sebagai berikut :

$$\text{➤ } 10,08D_o^4 + 99,12D_o^3 - 111,44D_o^2 - 1484,5D_o - 3211,93 = 0$$

Dari persamaan pangkat empat yang didapat dilanjutkan mencari nilai D_o dengan cara *trial and error* yang akan disajikan pada tabel 4.57.

$$\begin{aligned} \bullet \quad Y_o &= \frac{K_a}{K_p - K_a} \times H \\ &= \frac{0,333}{1,912 - 0,333} \times 6,9 \text{ m} = 1,45 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad Pa_1 &= a \times H \\ &= 0,151 \text{ t/m} \times 6,9 \text{ m} \\ &= \mathbf{1,04 \text{ ton}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad Pa_2 &= \frac{1}{2} \times b \times H \\ &= \frac{1}{2} \times 1,04 \text{ t/m} \times 6,9 \text{ m} \\ &= \mathbf{3,55 \text{ ton}} \end{aligned}$$

$$\bullet \quad Z = \frac{(Pa_1 \times 0,5H) + (Pa_2 \times \frac{1}{3}H)}{Pa_1 + Pa_2}$$

64.

$$= \frac{(1,04 \text{ t} \times 0,5 \times 6,9\text{m}) + (3,55 \text{ t} \times \frac{1}{3} \times 6,9\text{m})}{4,59 \text{ ton}} = 2,56 \text{ m}$$

- $\bar{y} = Z + Y_o = 2,56 \text{ m} + 1,45 \text{ m} = 4,01 \text{ m}$

Tabel 4.57 Perhitungan *Trial and error* mencari nilai Do

Do	10.08Do^4	99.12Do^3	-111.44Do^2	-1484.5Do	-3211.93	$\sum = 0$
2.80000	619.57325	2175.88224	-873.68960	-4156.60	-3211.93	-5446.76
2.90000	712.93925	2417.43768	-937.21040	-4305.05	-3211.93	-5323.81
3.00000	816.48000	2676.24000	-1002.96000	-4453.50	-3211.93	-5175.67
3.10000	930.90917	2952.88392	-1070.93840	-4601.95	-3211.93	-5001.03
3.20000	1056.96461	3247.96416	-1141.14560	-4750.40	-3211.93	-4798.55
3.30000	1195.40837	3562.07544	-1213.58160	-4898.85	-3211.93	-4566.88
3.40000	1347.02669	3895.81248	-1288.24640	-5047.30	-3211.93	-4304.64
3.50000	1512.63000	4249.77000	-1365.14000	-5195.75	-3211.93	-4010.42
3.60000	1693.05293	4624.54272	-1444.26240	-5344.20	-3211.93	-3682.80
3.70000	1889.15429	5020.72536	-1525.61360	-5492.65	-3211.93	-3320.31
3.80000	2101.81709	5438.91264	-1609.19360	-5641.10	-3211.93	-2921.49
3.90000	2331.94853	5879.69928	-1695.00240	-5789.55	-3211.93	-2484.83
4.00000	2580.48000	6343.68000	-1783.04000	-5938.00	-3211.93	-2008.81
4.10000	2848.36709	6831.44952	-1873.30640	-6086.45	-3211.93	-1491.87
4.20000	3136.58957	7343.60256	-1965.80160	-6234.90	-3211.93	-932.44
4.35156	3614.43182	8167.62749	-2110.23517	-6459.89	-3211.93	0.00
4.45156	3958.30329	8743.74925	-2208.33711	-6608.34	-3211.93	673.45

Dari perhitungan *trial and error* di dapat nilai Do = **4,4 m** sehingga nilai kedalaman dinding turap yang di pancang adalah :

$$D = (D_o + Y_o) \times SF = (4,35 + 1,45)\text{m} \times 1,2 = \mathbf{6,96 \text{ m} \approx 7 \text{ m}}$$

Sedangkan untuk total panjang turap (L) pada STA 37+500 adalah :

$$L \text{ sisi kanan} = D + H = 7 \text{ m} + 6,90 \text{ m} = \mathbf{13,86 \text{ m} \approx 14 \text{ m}}$$

$$L \text{ sisi kiri} = D + H = 7 \text{ m} + 6,3 \text{ m} = \mathbf{13,26 \text{ m} \approx 13 \text{ m}}$$

❖ **STA 37+525**

Didapatkan persamaan pangkat empat untuk STA 37+525 adalah sebagai berikut :

$$\text{➤ } \mathbf{10,15D_o^4 + 92,26D_o^3 - 100,04D_o^2 - 1057,79D_o - 1753,2 = 0}$$

Dari persamaan pangkat empat yang didapat dilanjutkan mencari nilai D_o dengan cara *trial and error* yang akan disajikan pada tabel 4.58.

- $$Y_o = \frac{K_a}{K_p - K_a} \times H$$

$$= \frac{0,333}{1,912 - 0,333} \times 6,423 \text{ m} = 1,35 \text{ m}$$
- $$Pa_1 = a \times H$$

$$= 0,151 \text{ t/m} \times 6,423 \text{ m}$$

$$= \mathbf{0,96 \text{ ton}}$$
- $$Pa_2 = \frac{1}{2} \times b \times H$$

$$= \frac{1}{2} \times 0,96 \text{ t/m} \times 6,423 \text{ m}$$

$$= \mathbf{3,1 \text{ ton}}$$
- $$Z = \frac{(Pa_1 \times 0,5H) + (Pa_2 \times \frac{1}{3}H)}{Pa_1 + Pa_2}$$

$$= \frac{(0,96 \text{ t} \times 0,5 \times 6,423 \text{ m}) + (3,1 \text{ t} \times \frac{1}{3} \times 6,423 \text{ m})}{4,1 \text{ ton}} = 1,25 \text{ m}$$
- $$\bar{y} = Z + Y_o = 1,25 \text{ m} + 1,35 \text{ m} = 2,6 \text{ m}$$

Tabel 4.58 Perhitungan *Trial and error* mencari nilai Do

Do	$10.15Do^4$	$92.26Do^3$	$-100.04Do^2$	$-1057.79Do$	-1753.2	$\sum = 0$
2.30000	284.03862	1122.52742	-529.21160	-2432.92	-1753.20	-3308.76
2.40000	336.75264	1275.40224	-576.23040	-2538.70	-1753.20	-3255.97
2.50000	396.48438	1441.56250	-625.25000	-2644.48	-1753.20	-3184.88
2.60000	463.83064	1621.56176	-676.27040	-2750.25	-1753.20	-3094.33
2.70000	539.41262	1815.95358	-729.29160	-2856.03	-1753.20	-2983.16
2.80000	623.87584	2025.29152	-784.31360	-2961.81	-1753.20	-2850.16
2.90000	717.89022	2250.12914	-841.33640	-3067.59	-1753.20	-2694.11
3.00000	822.15000	2491.02000	-900.36000	-3173.37	-1753.20	-2513.76
3.10000	937.37382	2748.51766	-961.38440	-3279.15	-1753.20	-2307.84
3.20000	1064.30464	3023.17568	-1024.40960	-3384.93	-1753.20	-2075.06
3.30000	1203.70982	3315.54762	-1089.43560	-3490.71	-1753.20	-1814.09
3.40000	1356.38104	3626.18704	-1156.46240	-3596.49	-1753.20	-1523.58
3.50000	1523.13438	3955.64750	-1225.49000	-3702.27	-1753.20	-1202.17
3.60000	1704.81024	4304.48256	-1296.51840	-3808.04	-1753.20	-848.47
3.70000	1902.27342	4673.24578	-1369.54760	-3913.82	-1753.20	-461.05
3.80870	2135.86159	5097.34171	-1451.19982	-4028.80	-1753.20	0.00
3.90870	2369.16549	5509.47817	-1528.40469	-4134.58	-1753.20	462.46

Dari perhitungan *trial and error* di dapat nilai Do = **3,8 m** sehingga nilai kedalaman dinding turap yang di pancang adalah :

$$D = (Do + Yo) \times SF = (3,81 + 1,35) \times 1,2 = \mathbf{6,19\ m \approx 6,2}$$

Sedangkan untuk total panjang turap (L) pada STA 37+525 adalah :

$$L \text{ sisi kanan} = D + H = 6,2 \text{ m} + 6,423 \text{ m} = \mathbf{12,6 \text{ m} \approx 13 \text{ m}}$$

$$L \text{ sisi kiri} = D + H = 6,2 \text{ m} + 5,823 \text{ m} = \mathbf{12,02 \text{ m} \approx 12 \text{ m}}$$

❖ **STA 37+550**

Didapatkan persamaan pangkat empat untuk STA 37+550 adalah sebagai berikut :

$$\text{➤ } 10,15D_o^4 + 97,51D_o^3 - 109,31D_o^2 - 1428,43D_o - 3038,45 = 0$$

Dari persamaan pangkat empat yang didapat dilanjutkan mencari nilai D_o dengan cara *trial and error* yang akan disajikan pada tabel 4.59.

$$\begin{aligned} \bullet \quad Y_o &= \frac{K_a}{K_p - K_a} \times H \\ &= \frac{0,333}{1,912 - 0,333} \times 6,787 \text{ m} = 1,43 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad Pa_1 &= a \times H \\ &= 0,151 \text{ t/m} \times 6,787 \text{ m} \\ &= \mathbf{1,02 \text{ ton}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad Pa_2 &= \frac{1}{2} \times b \times H \\ &= \frac{1}{2} \times 1,02 \text{ t/m} \times 6,787 \text{ m} \\ &= \mathbf{3,46 \text{ ton}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad Z &= \frac{(Pa_1 \times 0,5H) + (Pa_2 \times \frac{1}{3}H)}{Pa_1 + Pa_2} \\ &= \frac{(1,02 \text{ t} \times 0,5 \times 6,787 \text{ m}) + (3,46 \text{ t} \times \frac{1}{3} \times 6,787 \text{ m})}{4,48 \text{ ton}} = 2,52 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\bullet \quad \bar{y} = Z + Y_o = 2,52 \text{ m} + 1,43 \text{ m} = 3,95 \text{ m}$$

Tabel 4.59 Perhitungan *Trial and error* mencari nilai Do

Do	$10.15Do^4$	$97.51Do^3$	$-109.31Do^2$	$-1428.43Do$	-3038.45	$\sum = 0$
2.80000	623.87584	2140.53952	-856.99040	-3999.60	-3038.45	-5130.63
2.90000	717.89022	2378.17139	-919.29710	-4142.45	-3038.45	-5004.13
3.00000	822.15000	2632.77000	-983.79000	-4285.29	-3038.45	-4852.61
3.10000	937.37382	2904.92041	-1050.46910	-4428.13	-3038.45	-4674.76
3.20000	1064.30464	3195.20768	-1119.33440	-4570.98	-3038.45	-4469.25
3.30000	1203.70982	3504.21687	-1190.38590	-4713.82	-3038.45	-4234.73
3.40000	1356.38104	3832.53304	-1263.62360	-4856.66	-3038.45	-3969.82
3.50000	1523.13438	4180.74125	-1339.04750	-4999.51	-3038.45	-3673.13
3.60000	1704.81024	4549.42656	-1416.65760	-5142.35	-3038.45	-3343.22
3.70000	1902.27342	4939.17403	-1496.45390	-5285.19	-3038.45	-2978.65
3.80000	2116.41304	5350.56872	-1578.43640	-5428.03	-3038.45	-2577.94
3.90000	2348.14262	5784.19569	-1662.60510	-5570.88	-3038.45	-2139.59
4.00000	2598.40000	6240.64000	-1748.96000	-5713.72	-3038.45	-1662.09
4.10000	2868.14742	6720.48671	-1837.50110	-5856.56	-3038.45	-1143.88
4.20000	3158.37144	7224.32088	-1928.22840	-5999.41	-3038.45	-583.39
4.29665	3459.28190	7734.62194	-2017.99391	-6137.46	-3038.45	0.00
4.39665	3792.74479	8287.33396	-2113.02037	-6280.31	-3038.45	648.30

Dari perhitungan *trial and error* di dapat nilai Do = **4,3 m** sehingga nilai kedalaman dinding turap yang di pancang adalah :

$$D = (Do + Yo) \times SF = (4,297 + 1,43) \times 1,2 = \mathbf{6,87\ m \approx 7\ m}$$

Sedangkan untuk total panjang turap (L) pada STA 37+550 adalah :

$$L \text{ sisi kanan} = D + H = 7\ m + 6,787\ m = \mathbf{13,79\ m \approx 14\ m}$$

$$L \text{ sisi kiri} = D + H = 7 \text{ m} + 6,187 \text{ m} = \mathbf{13,19 \text{ m} \approx 13 \text{ m}}$$

❖ STA 37+575

Didapatkan persamaan pangkat empat untuk STA 37+575 adalah sebagai berikut :

$$\text{➤ } 10,08D_o^4 + 111,3D_o^3 - 137,4D_o^2 - 2050,58D_o - 4966,19 = 0$$

Dari persamaan pangkat empat yang didapat dilanjutkan mencari nilai D_o dengan cara *trial and error* yang akan disajikan pada tabel 4.60.

- $$Y_o = \frac{K_a}{K_p - K_a} \times H$$

$$= \frac{0,333}{1,912 - 0,333} \times 7,746 \text{ m} = 1,63 \text{ m}$$
- $$Pa_1 = a \times H$$

$$= 0,151 \text{ t/m} \times 7,746 \text{ m}$$

$$= \mathbf{1,16 \text{ ton}}$$
- $$Pa_2 = \frac{1}{2} \times b \times H$$

$$= \frac{1}{2} \times 1,16 \text{ t/m} \times 7,746 \text{ m}$$

$$= \mathbf{4,5 \text{ ton}}$$
- $$Z = \frac{(Pa_1 \times 0,5H) + (Pa_2 \times \frac{1}{3}H)}{Pa_1 + Pa_2}$$

$$= \frac{(1,16 \text{ t} \times 0,5 \times 7,746 \text{ m}) + (4,5 \text{ t} \times \frac{1}{3} \times 7,746 \text{ m})}{5,66 \text{ ton}} = 2,85 \text{ m}$$
- $$\bar{y} = Z + Y_o = 2,85 \text{ m} + 1,63 \text{ m} = 4,48 \text{ m}$$

Tabel 4.60 Perhitungan *Trial and error* mencari nilai Do

Do	10.08Do ⁴	111.3Do ³	-137.4Do ²	-2050.58Do	-4966.19	$\sum = 0$
3.40000	1347.02669	4374.53520	-1588.34400	-6971.97	-4966.19	-7804.94
3.50000	1512.63000	4771.98750	-1683.15000	-7177.03	-4966.19	-7541.75
3.60000	1693.05293	5192.81280	-1780.70400	-7382.09	-4966.19	-7243.12
3.70000	1889.15429	5637.67890	-1881.00600	-7587.15	-4966.19	-6907.51
3.80000	2101.81709	6107.25360	-1984.05600	-7792.20	-4966.19	-6533.38
3.90000	2331.94853	6602.20470	-2089.85400	-7997.26	-4966.19	-6119.15
4.00000	2580.48000	7123.20000	-2198.40000	-8202.32	-4966.19	-5663.23
4.10000	2848.36709	7670.90730	-2309.69400	-8407.38	-4966.19	-5163.99
4.20000	3136.58957	8245.99440	-2423.73600	-8612.44	-4966.19	-4619.78
4.30000	3446.15141	8849.12910	-2540.52600	-8817.49	-4966.19	-4028.93
4.40000	3778.08077	9480.97920	-2660.06400	-9022.55	-4966.19	-3389.75
4.50000	4133.43000	10142.21250	-2782.35000	-9227.61	-4966.19	-2700.51
4.60000	4513.27565	10833.49680	-2907.38400	-9432.67	-4966.19	-1959.47
4.70000	4918.71845	11555.49990	-3035.16600	-9637.73	-4966.19	-1164.86
4.83545	5510.69435	12583.58850	-3212.62200	-9915.47	-4966.19	0.00
4.93545	5980.88977	13380.55458	-3346.87402	-10120.52	-4966.19	927.86
5.03545	6480.55139	14210.47957	-3483.87405	-10325.58	-4966.19	1915.38

Dari perhitungan *trial and error* di dapat nilai Do = **4,8 m** sehingga nilai kedalaman dinding turap yang di pancang adalah :

$$D = (Do + Yo) \times SF = (4,835 + 1,63)m \times 1,2 = \mathbf{7,76\ m \approx 8\ m}$$

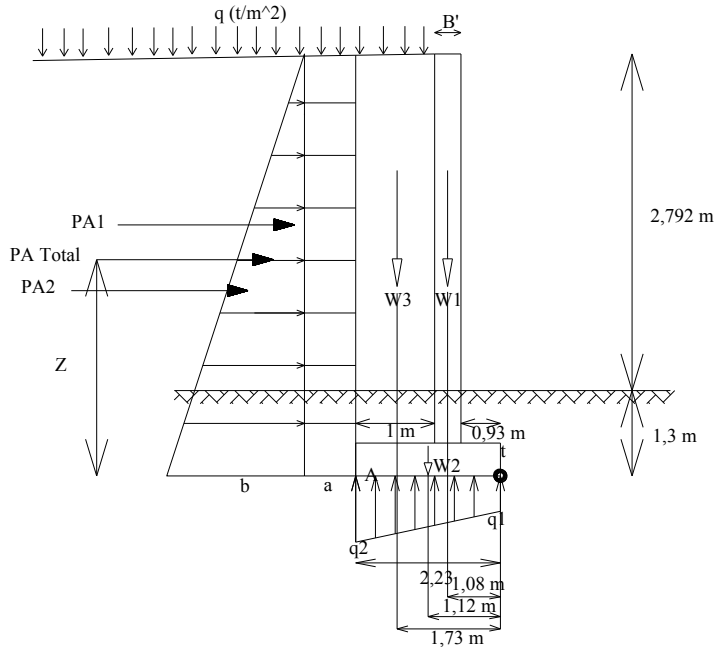
Sedangkan untuk total panjang turap (L) pada STA 37+575 adalah :

$$L \text{ sisi kanan} = D + H = 8\ m + 7,746\ m = \mathbf{15,74\ m \approx 16\ m}$$

$$L \text{ sisi kiri} = D + H = 8\ m + 7,026\ m = \mathbf{15,03\ m \approx 15\ m}$$

4.6.2 Analisis Perencanaan Dinding Penahan Tanah Kantilever Konvensional STA 37+325 – 37+375

Sisi kanan timbunan



Gambar 4.6 Diagram tekanan tanah pada dinding penahan konvensional.

Direncanakan :

$$B = 0,8 H = 0,8 \times 2,792 \text{ m} = 2,23 \text{ m}$$

$$B' = 0,30 \text{ m}$$

$$t = 0,50 \text{ m}$$

$$D = 1,3 \text{ m}$$

$$b = \gamma_{\text{timbunan}} \times K_a \times (H+D)$$

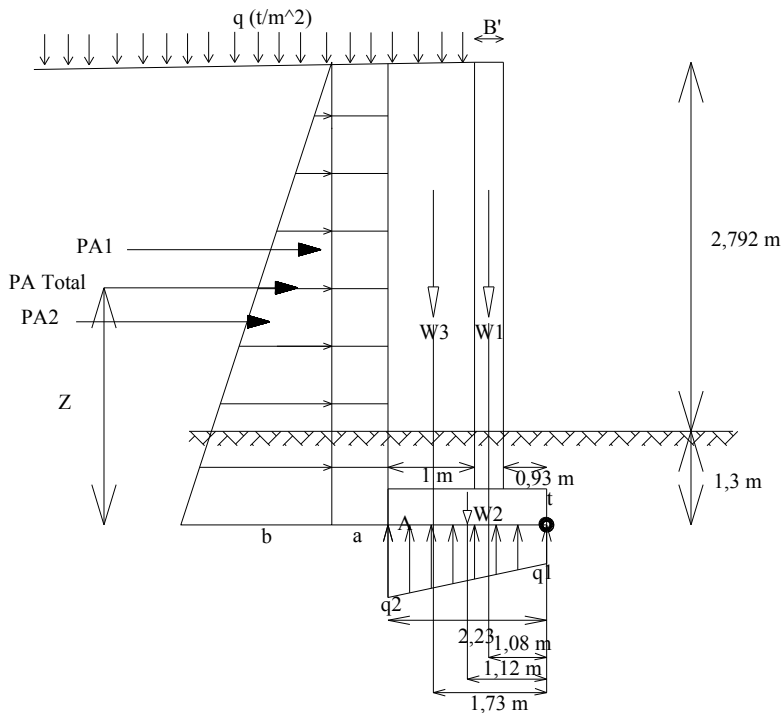
$$a = q \times K_a$$

72.

$$Z = 1/3 \times (H+D)$$

- $a = (q \text{ pavement} + q \text{ traffic}) \times K_a \times 25\%$
 $= 1,81 \text{ t/m}^2 \times 0,333 \times 25\% = 0,151 \text{ t/m}$
- $b = 1,8 \text{ t/m}^3 \times 0,333 \times (2,792 \text{ m} + 1,3 \text{ m}) \times 25\%$
 $= 0,613 \text{ t/m}$
- $Pa1 = a \times (H+D)$
 $= 0,151 \text{ t/m} \times (2,792 \text{ m} + 1,3 \text{ m}) = 0,62 \text{ ton}$
- $Pa2 = 1/2 \times b \times (H+D)$
 $= 1/2 \times 0,613 \text{ t/m} \times (2,792 \text{ m} + 1,3 \text{ m})$
 $= 1,25 \text{ ton}$
- $Pa \text{ total} = Pa1 + Pa2 = 0,62 \text{ ton} + 1,25 \text{ ton} = 1,874 \text{ ton}$

➤ **Kontrol stabilitas dinding penahan tanah kantilever**



1. Kontrol terhadap guling (terhadap titik A)

$$Mp = W1 \times 1,08 \text{ m} + W2 \times 1,12 \text{ m} + W3 \times 1,73 \text{ m}$$

Dimana :

$$W1 = (2,792 \text{ m} + 0,8 \text{ m}) \times 0,3 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 2,4 \text{ ton/m}^3 \\ = 2,59 \text{ ton}$$

$$W2 = 0,5 \text{ m} \times 2,23 \times 1 \text{ m} \times 2,4 \text{ t/m}^3 = 2,68 \text{ ton}$$

$$W3 = 2,792 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1,8 \text{ t/m}^3 = 5,03 \text{ ton}$$

$$Mp = (2,59 \text{ t} \times 1,08 \text{ m}) + (2,68 \text{ t} \times 1,12 \text{ m}) + (5,03 \text{ t} \times 1,73 \text{ m}) \\ = 14,5 \text{ tm}$$

$$Mg = Pa \text{ total} \times (1/3 \times (H+D)) \\ = 1,874 \text{ t} \times (1/3 \times (2,792 \text{ m} + 1,3 \text{ m})) \\ = 2,56 \text{ tm}$$

$$SF = \frac{Mp}{Mg} \geq 1,5$$

$$SF = \frac{14,5 \text{ tm}}{2,56 \text{ tm}} = 5,7 \geq 1,5 \dots\dots (\text{Ok})$$

2. Kontrol terhadap Geser

$$SF = W_{\text{total}} \times \frac{\mu}{Pa \text{ total}} \geq 1,5$$

μ = Koefisien gesekan dinding penahan dengan tanah timbunan sebesar 0,6.

$$SF = 10,3 \text{ ton} \times \frac{0,6}{1,874 \text{ t}} = 3,3 \geq 1,5 \dots\dots (\text{Ok})$$

3. Kontrol Daya dukung tanah

Dinding penahan tanah yang direncanakan masuk kedalam type pondasi lajur dengan beban eksentrisitas, besarnya eksentrisitas terhitung dari tengah pelat lantai ke titik kerja resultan(d). Titik kerja resultan dihitung dari titik A, sehingga :

$$d = \frac{M_p - M_g}{W_{\text{total}}} = \frac{14,5 \text{ tm} - 2,56 \text{ tm}}{10,3 \text{ ton}} = 1,16 \text{ m}$$

$$e = B/2 - d = \frac{2,23 \text{ m}}{2} - 1,16 \text{ m} = -0,045 \text{ m} < B/6 = 0,4 \text{ m}$$

Daya dukung pondasi lajur :

$$q_{\text{ult}} = c.N_c + \gamma.D_f.N_q + 1/2.\gamma.B.N_\gamma$$

Dimana :

$$c = 2 \text{ t/m}^2$$

$$N_c = 20,66$$

$$N_q = 9,54$$

$$\phi = 25^\circ$$

$$D_f = D = 1,3 \text{ m}$$

$$B = 2,23 \text{ m}$$

$$N_\gamma = 6,44$$

$$\gamma = 1,952 \text{ t/m}^3$$

Sehingga daya dukung dinding penahan kantilever :

$$q_{\text{ult}} = 2 \text{ t/m}^2 \cdot 20,66 + 1,952 \text{ t/m}^3 \cdot 1,3 \text{ m} \cdot 9,54 + 1/2 \cdot 1,952 \text{ t/m}^3 \cdot 2,23 \text{ m} \cdot 6,44 = 79,55 \text{ t/m}^2$$

$$q_{\text{ijin}} = \frac{q_{\text{ult}}}{SF} = \frac{79,55 \text{ t/m}^2}{1,5} = 53,03 \text{ t/m}^2$$

$$q_1, q_2 = \frac{W_{\text{total}}}{B} \times \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) < q_{\text{ijin}}$$

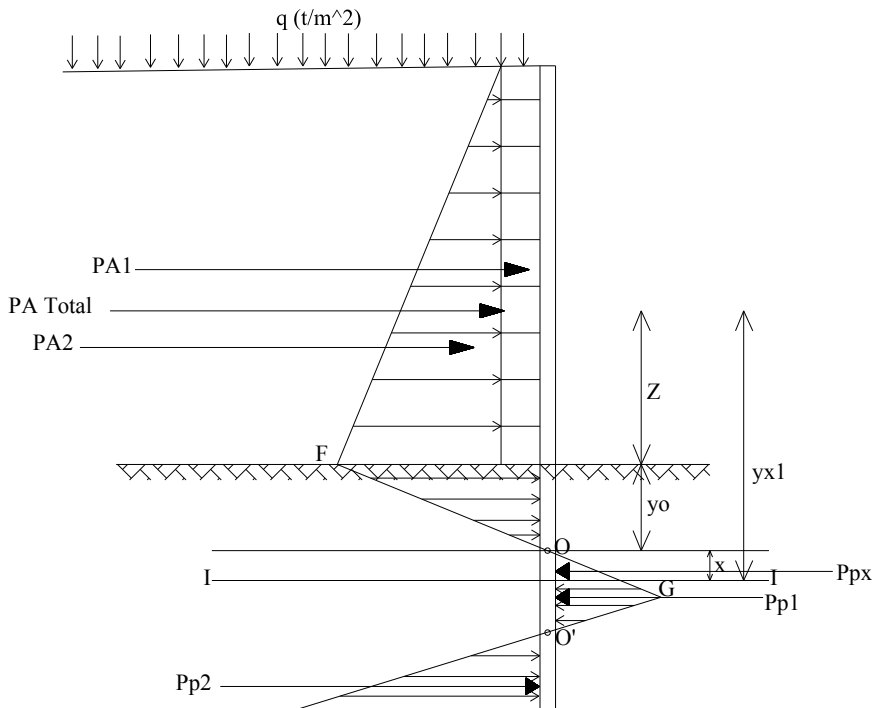
$$q_1 = \frac{10,3 \text{ tm}}{2,23 \text{ m}} \times \left(1 + \frac{6 \times 0,045 \text{ m}}{2,23} \right) = 4,06 \text{ t/m}^2 < q_{\text{ijin}} \text{ (Ok)}$$

$$q_2 = \frac{12,78 \text{ tm}}{2,23 \text{ m}} \times \left(1 - \frac{6 \times 0,045 \text{ m}}{2,23} \right) = 5,17 \text{ t/m}^2 < q_{\text{ijin}} \text{ (Ok)}$$

Dimensi dinding penahan tanah kantilever yang direncanakan pada STA 37+375 sisi kanan dipakai juga untuk sisi kiri begitu pula untuk STA 37+350 dan 37+350.

4.6.3 Analisis Perencanaan Profil Turap

Dalam merencanakan profil turap yang akan dipakai dilakukan perhitungan dengan mencari nilai besarnya momen maksimum yang terjadi, kemudian dikontrol dengan melihat spesifikasi turap dari perusahaan yang memproduksi turap tersebut. Dalam perencanaan ini menggunakan spesifikasi turap yang diproduksi oleh PT.WIKA (persero), Tbk.



Gambar 4.7 Diagram tekanan tanah pada turap untuk mencari M_{max}

76.

Momen maksimum berada sejauh x dari potongan I-I maka :

$$\sum D_x = 0$$

$$P_a \text{ total} - P_{px} = 0$$

$$\text{Sehingga momen maksimum} = P_a \text{ total} \cdot y_{x1} - P_{px} \cdot \frac{1}{3} \cdot x$$

Dimana :

$$P_{px} = (\gamma_t \cdot K_p \cdot x) \cdot \frac{1}{2} x$$

$$y_{x1} = Z + y_o + x$$

$$P_{a1} = a \times H ; a = (q \text{ pavement} + q \text{ traffic}) \times K_a \times 25\%$$

$$P_{a2} = \frac{1}{2} x b \times H ; b = \gamma_{\text{timbunan}} \times K_a \times H \times 25\%$$

Diambil contoh perhitungan pada STA 37+575

$$K_a = \text{tg}^2 (45^\circ - \phi/2)$$

$$= \text{tg}^2 (45^\circ - 30^\circ/2) = 0,333$$

$$K_p = \text{tg}^2 (45^\circ + 22^\circ/2) = 2,198$$

$$a = (q \text{ pavement} + q \text{ traffic}) \times K_a \times 25\%$$

$$= (0,96 \text{ t/m}^2 + 0,85 \text{ t/m}^2) \times 0,333 \times 25\%$$

$$= 0,151 \text{ t/m}^2 \times 1 \text{ m} = 0,151 \text{ t/m}$$

- $P_{a1} = a \times H = 0,151 \text{ t/m} \times 7,746 \text{ m} = 1,16 \text{ ton}$

$$b = \gamma_{\text{timbunan}} \times K_a \times H \times 25\%$$

$$= 1,8 \text{ t/m}^3 \times 0,333 \times 7,746 \text{ m} \times 25\%$$

$$= 1,16 \text{ t/m}^2 \times 1 \text{ m} = 1,16 \text{ t/m}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Pa}_2 &= \frac{1}{2} \times b \times H \\ &= \frac{1}{2} \times 1,16 \text{ t/m} \times 7,746 \text{ m} = 4,5 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{Pa total} = \text{Pa}_1 + \text{Pa}_2 = 0,374 \text{ ton} + 0,398 \text{ ton} = 0,745 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} Z &= \frac{(\text{Pa}_1 \times 0,5H) + (\text{Pa}_2 \times \frac{1}{3} \times H)}{\text{Pa}_1 + \text{Pa}_2} \\ &= \frac{(0,374 \text{ t} \times 0,5 \times 7,746 \text{ m}) + (0,398 \text{ t} \times \frac{1}{3} \times 7,746 \text{ m})}{5,66 \text{ ton}} = 2,85 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_o &= \frac{K_a}{K_p - K_a} \times H \\ &= \frac{0,333}{2,198 - 0,333} \times 7,746 \text{ m} = 1,63 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ppx} &= (\gamma t \cdot K_p \cdot x) \cdot \frac{1}{2} x \\ &= (1,891 \text{ t/m}^3 \cdot 2,198 \cdot x) \cdot \frac{1}{2} x \\ &= 2,08 x^2 \end{aligned}$$

$$\sum D_x = 0$$

$$\text{Pa total} - \text{Ppx} = 0$$

$$\begin{aligned} 5,66 \text{ ton} - 2,08 x^2 &= 0 \\ x &= 1,65 \text{ m} \end{aligned}$$

78.

$$P_{px} = (\gamma t \cdot K_p \cdot x) \cdot \frac{1}{2} x$$

$$= (1,891 \text{ t/m}^3 \cdot 2,198 \cdot x) \cdot \frac{1}{2} x$$

$$= 2,08 \cdot (1,65 \text{ m})^2 = 5,66 \text{ ton}$$

$$y_{x1} = Z + y_o + x$$

$$= 2,85 \text{ m} + 1,63 \text{ m} + 1,65 \text{ m} = 6,13 \text{ m}$$

$$M_{max} = P_a \text{ total} \cdot y_{x1} - P_{px} \cdot \frac{1}{3} x$$

$$= (5,66 \text{ ton} \cdot 6,13 \text{ m}) - (5,66 \text{ ton} \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,65 \text{ m})$$

$$= 31,58 \text{ tm}$$

Sehingga didapat profil **W-500-A-1000** dengan *cracking moment* sebesar **11,4 tm**.

Kontrol retak : **M retak bahan > M max..... (ok)**

$$35,2 \text{ tm} > 31,58 \text{ tm}.....(\text{ok})$$

Perhitungan pada STA selanjutnya akan di sajikan pada tabel

4.7 Analisis Perencanaan Geotextile

❖ Stabilitas Internal

Jarak vertikal pemasangan geotextile (SV) adalah :

$$SV = \frac{Tall}{Fs \times \sigma Hz \times 1}$$

Dimana :

σHz = Tegangan horizontal

$Fs = 1,3$ s/d $1,5$

Tall = Tegangan tarik ijin geotextile

$$\blacktriangleright Tall = \frac{Tult}{FSid \times FScr \times FScd \times FSbd}$$

Dimana :

FSid = FS untuk *installation damage*.

FScr = FS untuk *creep*.

FScd = FS untuk *chemical degradation*.

FSbd = FS untuk *biological degradation*.

Tult = Kekuatan Geotextile berdasarkan spesifikasi pabrik.

Angka keamanan berdasarkan penggunaan :

Kegunaan	FSid	FScr	FScd	FSbd
Dinding penahan	1,1 – 2,0	2,0 – 4,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Timbunan	1,1 – 2,0	2,0 – 3,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Daya dukung	1,1- 2,0	2,0 – 4,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Overlay Pav	1,1- 1,5	1,0 – 1,2	1,0 – 1,5	1,0 – 1,1
Stab. talud	1,1 – 1,5	1,5 – 2,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Unpav. road	1,1 – 2,0	1,5 – 2,5	1,0 – 1,5	1,0 -1,2
Pemisah	1,1 – 2,5	1,0 – 1,2	1,0 – 1,5	1,0 -1,2

Tabel 4.61 Angka keamanan berdasarkan penggunaan

Diambil contoh perhitungan perencanaan pada STA 37+575Direncanakan :

- Menggunakan *Geotextile* dengan type UW-250
- *Tensile strength* (Tult) = 5,2 t/m
- Penggunaan geotextile sebagai dinding penahan sehingga diambil nilai : Fsid = 1,2 ; Fscr = 2,2 ; Fscd = 1,2
Fsbd = 1,2

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad T_{all} &= \frac{T_{ult}}{F_{Sid} \times F_{Scr} \times F_{Scd} \times F_{Sbd}} \\
 &= \frac{5,2 \text{ t/m}}{1,2 \times 2,2 \times 1,2 \times 1,2} = 1,4 \text{ t/m}
 \end{aligned}$$

Direncanakan jarak vertikal geotextile paling bawah dahulu (SV1)

$$\bullet \text{ SV1} = \frac{T_{all}}{F_s \times \sigma_{Hz} \times 1}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{Hz} &= (q \times K_a) + (\gamma_{\text{timbunan}} \times K_a \times z) \\ &= (1,81 \text{ t/m}^2 \times 0,333) + (1,8 \text{ t/m}^3 \times 0,333 \times 7,746 \text{ m}) \\ &= 5,25 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Sehingga :

$$\text{SV1} = \frac{1,4 \text{ t/m}}{1,3 \times 5,25 \text{ t/m}^2 \times 1} = 0,21 \text{ m} \approx 0,2 \text{ m}$$

Selanjutnya direncanakan nilai jarak vertikal *geotextile* diatasnya (SV2) sebesar = 0,45 m.

Sehingga :

$$\begin{aligned}\sigma_{Hz} &= (q \times K_a) + (\gamma_{\text{timbunan}} \times K_a \times z) \\ &= (1,81 \text{ t/m}^2 \times 0,333) + (1,8 \text{ t/m}^3 \times 0,333 \times Z) \\ &= 0,630 \text{ t/m}^2 + 0,60 \text{ t/m}^3 \times Z\end{aligned}$$

$$\text{SV2} = \frac{1,4 \text{ t/m}}{1,3 \times (0,630 \text{ t/m}^2 + 0,60 \text{ t/m}^3 \times Z) \times 1}$$

$$0,45 \text{ m} = \frac{1,4 \text{ t/m}}{1,3 \times (0,630 \text{ t/m}^2 + 0,60 \text{ t/m}^3 \times Z) \times 1}$$

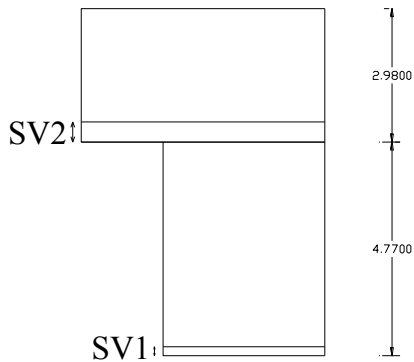
$$1,4 \text{ t/m} = 0,45 \text{ m} \times (1,3 \times (0,630 \text{ t/m}^2 + 0,60 \text{ t/m}^3 \times Z) \times 1)$$

$$1,4 \text{ t/m} = 0,45 \text{ m} \times (0,784 \text{ t/m}^2 + 0,78 \text{ t/m}^3 \times Z)$$

$$1,4 \text{ t/m} = 0,353 \text{ t/m} + 0,351 \text{ t/m}^2 \times Z$$

$$Z = 2,98 \text{ m}$$

82.



Gambar 4.8 Gambar skets pemasangan Geotextile

Didapat Tinggi total jarak vertikal pemasangan *geotextile* (SV) sebesar 4,77 m untuk SV1 dan 2,98 m untuk SV2. Kemudian dapat dicari berapa jumlah geotextile yang terpasang yaitu :

$$\text{Jumlah SV1} = \frac{4,77 \text{ m}}{0,2 \text{ m}} = 23,8 \approx 24$$

$$\text{Jumlah SV2} = \frac{2,98 \text{ m}}{0,45 \text{ m}} = 6,6 \approx 7$$

Kontrol : Tinggi jumlah geotextile \leq Tinggi timbunan

$$\text{SV1} + \text{SV2} \leq 7,746 \text{ m}$$

$$(24 \text{ buah} \times 0,2 \text{ m}) + (7 \text{ buah} \times 0,45 \text{ m}) \leq 2,304 \text{ m}$$

$$7,95 \text{ m} \leq 7,746 \text{ m} \dots (\text{melebihi tinggi timbunan})$$

Sehingga dicari jumlah geotextile yang sesuai (tidak sampai melebihi tinggi timbunan) dengan cara coba-coba.

Dicoba dipasang :

$$\text{Jumlah SV1} = 23 \text{ buah} \times 0,2 \text{ m} = 4,6 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah SV2} = 6 \text{ buah} \times 0,45 \text{ m} = 2,7 \text{ m}$$

Kontrol : Tinggi jumlah geotextile \leq Tinggi timbunan

$$\text{SV1} + \text{SV2} \leq 2,304 \text{ m}$$

$$(23 \text{ buah} \times 0,2 \text{ m}) + (6 \text{ buah} \times 0,45 \text{ m}) \leq 7,746 \text{ m}$$

$$7,3 \text{ m} \leq 7,746 \text{ m} \dots (\text{Ok})$$

Panjang geotextile yang di tanam :

$$L = L_r + L_e$$

Dimana :

L_r = Panjang yang berada di depan bidang Longsor

L_e = Panjang yang berada di anchorage zone (minimum 1m).

• **Atas**

$$L_r = (H - Z) \operatorname{tg} (45^\circ - \phi/2)$$

$$L_r = (7,746 \text{ m} - 0,45 \text{ m}) \operatorname{tg} (45^\circ - 30/2)$$

$$= 4,2 \text{ m}$$

$$L_e = \frac{S_v \cdot \phi' \cdot h_z \cdot FS}{2[C + (q + \gamma \text{ timbunan} \times Z) \operatorname{tg} \delta]}$$

84.

Dimana : L_e = minimum 1 m

δ = sudut geser tanah dengan geotextile

$$L_e = \frac{0,45 \text{ m} \times (0,9 \text{ t/m}^2) \times 1,3}{2[0 + (1,81 \text{ t/m}^2 + 1,8 \text{ t/m}^3 \times 0,45 \text{ m}) \text{tg}(0,9 \times 30^\circ)]}$$
$$= 0,20 \text{ m diambil } \mathbf{1 \text{ m}}$$

- **Bawah**

$$L_r = (H - Z) \text{tg}(45^\circ - \phi/2)$$

$$L_r = (7,746 \text{ m} - 2,7 \text{ m}) \text{tg}(45^\circ - 30/2)$$
$$= 2,9 \text{ m} \approx \mathbf{3 \text{ m}}$$

$$L_e = \frac{2,7 \text{ m} \times (2,25 \text{ t/m}^2) \times 1,3}{2[0 + (1,81 \text{ t/m}^2 + 1,8 \text{ t/m}^3 \times 2,7 \text{ m}) \text{tg}(0,9 \times 30^\circ)]}$$
$$= \mathbf{1,16 \text{ m} \approx 1,2 \text{ m}}$$

Jadi Panjang *geotextile* yang tertanam adalah :

- **Atas**

$$L = L_r + L_e = 4,2 \text{ m} + 1 \text{ m} = 5,2 \text{ m} \approx \mathbf{5 \text{ m}}$$

- **Bawah**

$$L = L_r + L_e = 3 \text{ m} + 1,2 \text{ m} = \mathbf{4 \text{ m}}$$

Panjang Lipatan Geotextile (L_o)

$$\frac{S_v \cdot \delta' \cdot h_z \cdot FS}{4[C + (q + \gamma \text{ timbunan} \times Z) \text{tg} \delta]}$$

Atas

$$L_o = \frac{0,45 \times 0,9 \text{ t/m}^2 \times 1,3}{4[0 + (1,81 \text{ t/m}^2 + 1,8 \text{ t/m}^3 \times 0,45) \text{tg} (0,9 \times 30^\circ)]}$$

$$= 0,098 \text{ m}$$

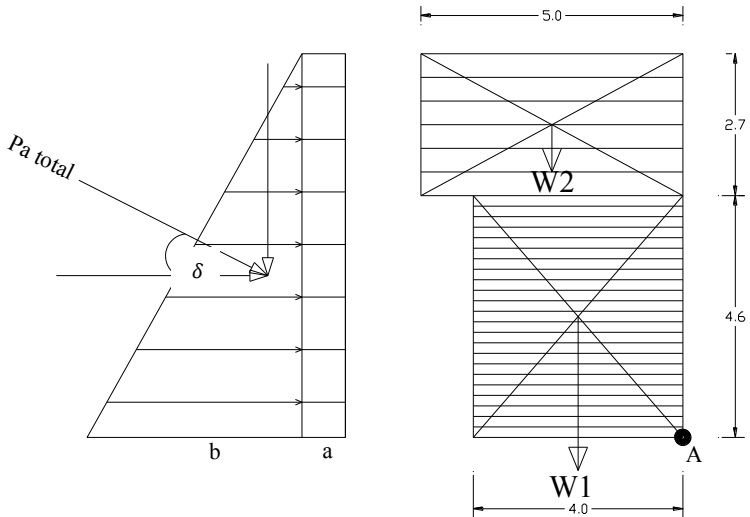
Bawah

$$L_o = \frac{0,2 \times 2,25 \text{ t/m}^2 \times 1,3}{4[0 + (1,81 \text{ t/m}^2 + 1,8 \text{ t/m}^3 \times 0,2) \text{tg} (0,9 \times 30^\circ)]}$$

$$= 0,044 \text{ m}$$

❖ Stabilitas Eksternal

1. Kontrol Terhadap Guling



Gambar 4.9 Diagram tekanan tanah pada Geotextile

86.

$$\begin{aligned} a &= (q \text{ pavement} + q \text{ traffic}) \times K_a \times 75\% \\ &= (0,96 \text{ t/m}^2 + 0,85 \text{ t/m}^2) \times 0,333 \times 75\% \\ &= 0,452 \text{ t/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= \gamma \text{ timbunan} \times K_a \times H \times 75\% \\ &= 1,8 \text{ t/m}^3 \times 0,333 \times 7,746 \text{ m} \times 75\% \\ &= 3,48 \text{ t/m} \end{aligned}$$

$$Pa_1 = a \times H = 0,452 \text{ t/m} \times 7,746 \text{ m} = 3,50 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} Pa_2 &= 1/2 \times b \times H = 1/2 \times 3,48 \text{ t/m} \times 7,746 \text{ m} \\ &= 13,48 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$Pa_{\text{total}} = Pa_1 + Pa_2 = 3,50 \text{ ton} + 13,48 \text{ ton} = 16,98 \text{ ton}$$

$$Pa_{\text{total}} \cos \delta = 16,98 \text{ t} \cos (0,8 \times 30^\circ) = 15,51 \text{ ton}$$

$$Pa_{\text{total}} \sin \delta = 16,98 \text{ t} \sin (0,8 \times 30^\circ) = 6,91 \text{ ton}$$

Kontrol guling terhadap titik A

$$W_1 = 4 \text{ m} \times 4,6 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1,8 \text{ t/m}^3 = 33,12 \text{ ton}$$

$$W_2 = 5 \text{ m} \times 2,7 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1,8 \text{ t/m}^3 = 24,3 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} M_p &= (W_1 \times 2 \text{ m}) + (W_2 \times 2,5 \text{ m}) + (Pa_{\text{total}} \sin \delta \times 5 \text{ m}) \\ &= (33,12 \text{ t} \times 2 \text{ m}) + (24,3 \text{ t} \times 2,5 \text{ m}) + (6,91 \text{ t} \times 5 \text{ m}) \\ &= 161,54 \text{ t.m} \end{aligned}$$

$$M_g = Pa_{\text{total}} \cos \delta \times (1/3 \times (4,6 + 2,7)) = 37,74 \text{ t.m}$$

$$SF = \frac{M_p}{M_g} \geq 3$$

$$SF = \frac{161,54 \text{ t.m}}{37,74 \text{ t.m}} = 4,3 \geq 3 \dots (\text{Ok})$$

2. Kontrol Terhadap Geser

$$SF = \frac{[Ca + \tau_v \times \text{tg} \delta] \times l}{Pa \text{ total} \cos \delta}$$

Dimana :

l = Panjang Geotextile bawah (SV1)

$Ca = 0,8 C$; C = Nilai C rata-rata pada kedalaman turap

$$= 0,8 \times 2,66 \text{ t/m}^2 = 2,13 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Tg} \delta = \text{tg} (0,9 \times \phi) = \text{tg} (0,9 \times 17,6^\circ) = 0,284 \text{ (tanah Dasar)}$$

$$SF = \frac{[Ca + \tau_v \times \text{tg} \delta] \times l}{Pa \cos \delta} \geq 3$$

$$= \frac{\left[2,13 \text{ t/m}^2 + \left(\frac{W_1 + W_2}{l} \right) \times \text{tg} \delta \right] \times 4 \text{ m}}{15,51 \text{ ton}}$$

$$= \frac{\left[2,13 \text{ t/m}^2 + \left(\frac{33,12 + 24,3}{4 \text{ m}} \right) \times 0,284 \right] \times 4 \text{ m}}{15,51 \text{ ton}}$$

$$= 1,6 \geq 3 \dots (\text{tidak Ok})$$

Karena tidak memenuhi angka keamanan yang diinginkan maka di coba panjang geotextile (L) = 8m, maka :

88.

$$W1 = 8 \text{ m} \times 4,6 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1,8 \text{ t/m}^3 = 66,24 \text{ ton}$$

$$W2 = 8 \text{ m} \times 2,7 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1,8 \text{ t/m}^3 = 38,88 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} SF &= \frac{[Ca + \tau_v \times \text{tg} \delta] \times l}{Pa \cos \delta} \geq 3 \\ &= \frac{\left[2,13 \text{ t/m}^2 + \left(\frac{W1+W2}{l} \right) \times \text{tg} \delta \right] \times 4 \text{ m}}{15,51 \text{ ton}} \\ &= \frac{\left[2,13 \text{ t/m}^2 + \left(\frac{66,24 \text{ t} + 38,88 \text{ t}}{8 \text{ m}} \right) \times 0,284 \right] \times 8 \text{ m}}{15,51 \text{ ton}} \\ &= 3,02 \geq 3 \dots (\text{Ok}) \end{aligned}$$

3. Kontrol Terhadap Daya Dukung

$$q_{\text{ult}} = C.N_c + \gamma.D_f.N_q + 0,5.B.\gamma_t.N_\gamma$$

Dimana :

$$C = 2,66 \text{ t/m}^2 \quad N_c = 15,78 \quad N_\gamma = 3,86$$

$$\phi = 17,6^\circ \quad N_q = 6,43$$

$$q_{\text{ult}} = 2,66 \text{ t/m}^2 \cdot 15,78 + 1,832 \text{ t/m}^3 \cdot 0,6,43 + 0,5 \cdot 5 \text{ m} \cdot 1,832 \text{ t/m}^3 \cdot 3,86$$

$$= 59,65 \text{ t/m}^2$$

$$q = (q_{\text{pavement}} + q_{\text{traffic}}) + (\gamma_{\text{timbunan}} \times H)$$

$$= (0,96 \text{ t/m}^2 + 0,85 \text{ t/m}^2) + (1,832 \text{ t/m}^3 \times 7,746 \text{ m})$$

$$= 16 \text{ t/m}^2$$

$$SF = \frac{q_{ult}}{q} \geq 3$$

$$SF = \frac{59,65 \text{ t/m}^2}{16 \text{ t/m}^2} = 3,7 \geq 3 \dots (\text{Ok})$$

(Tidak memerlukan perbaikan tanah dasar)

Berikut adalah hasil perencanaan geotextile selengkapnya yang akan disajikan pada tabel 4.61

Tabel 4.62 Hasil perhitungan geotextile

STA	Sisi kanan timbunan					Sisi kiri timbunan				
	Sv1 (m)	Sv2 (m)	Jumlah Sv 1	Jumlah Sv2	L total (m)	Sv1 (m)	Sv2 (m)	Jumlah Sv 1	Jumlah Sv2	L total (m)
37+325	0.5	-	4	-	5	0.4	-	3	-	5
37+350	0.5	-	4	-	5	0.4	-	3	-	5
37+375	0.5	-	4	-	5	0.5	-	3	-	5
37+400	0.3	-	11	-	6	0.4	-	7	-	6
37+425	0.3	0.55	6	4	6	0.3	0.55	13	-	6
37+450	0.3	0.55	11	3	7	0.3	0.55	7	3	6
37+475	0.3	0.55	11	3	7	0.3	0.55	9	3	7
37+500	0.2	0.45	19	5	8	0.2	0.45	16	5	7
37+525	0.24	0.49	15	4	7	0.26	0.49	11	4	7
37+550	0.2	0.45	18	6	7	0.2	0.45	15	5	7
37+575	0.2	0.45	23	6	8	0.2	0.4	23	5	8

Berdasarkan analisa pelaksanaan pemasangan geotextile sangat susah untuk memasang geotextile setebal **SV1 = 0,2 m**. Sehingga untuk STA 37+575-37+425 sisi kanan dan kiri timbunan dipasang tebal lapisan geotextile untuk **SV1 = 0,4 m** dengan profil **UW-250 Tult = 5,2 t/m** dan untuk besarnya **SV2 direncanakan = 0,8 m** dengan profil **UW-200 Tult = 3,9 t/m**.

berikut adalah contoh perhitungan perencanaan akhir geotextile pada STA 37+575 sisi kanan timbunan :

$$\begin{aligned} T_{all} &= \frac{T_{ult}}{F_{Sid} \times F_{Scr} \times F_{Scd} \times F_{Sbd}} \\ &= \frac{3,9 \text{ t/m}}{1,2 \times 2,2 \times 1,2 \times 1,2} = 1,03 \text{ t/m} \end{aligned}$$

(SV2) sebesar = 0,8 m.

Sehingga :

$$\begin{aligned} \sigma_{Hz} &= (q \times K_a) + (\gamma_{\text{timbunan}} \times K_a \times z) \\ &= (1,81 \text{ t/m}^2 \times 0,333) + (1,8 \text{ t/m}^3 \times 0,333 \times Z) \\ &= 0,630 \text{ t/m}^2 + 0,60 \text{ t/m}^3 \times Z \end{aligned}$$

$$SV2 = \frac{1,03 \text{ t/m}}{1,3 \times (0,630 \text{ t/m}^2 + 0,60 \text{ t/m}^3 \times Z) \times 1}$$

$$0,8 \text{ m} = \frac{1,03 \text{ t/m}}{1,3 \times (0,630 \text{ t/m}^2 + 0,60 \text{ t/m}^3 \times Z) \times 1}$$

$$1,4 \text{ t/m} = 0,8 \text{ m} \times (1,3 \times (0,630 \text{ t/m}^2 + 0,60 \text{ t/m}^3 \times Z) \times 1)$$

$$1,4 \text{ t/m} = 0,8 \text{ m} \times (0,784 \text{ t/m}^2 + 0,78 \text{ t/m}^3 \times Z)$$

$$1,4 \text{ t/m} = 0,630 \text{ t/m} + 0,624 \text{ t/m}^2 \times Z$$

$$Z = 0,76 \text{ m} \approx 0,8 \text{ m}$$

Sehingga Z untuk SV1 = 7,746 m – 0,8 m = 6,986 m

Sehingga jumlah SV 2 = 0,8 m / 0,8 m = 1 lapis

$$SV1 = 6,986 \text{ m} / 0,4 \text{ m} = 17 \text{ lapis}$$

Kemudian SV 1 dikurangi 2 lapis untuk lapisan perkerasan sehingga SV1 = 15 lapis

Tabel 4.63 Hasil pemasangan geotextile dengan penyesuaian pelaksanaan

STA	Sisi kanan timbunan					Sisi kiri timbunan				
	Sv1 (m)	Sv2 (m)	Jumlah Sv 1	Jumlah Sv2	L total (m)	Sv1 (m)	Sv2 (m)	Jumlah Sv 1	Jumlah Sv2	L total (m)
37+325	0.5	-	3	-	5	0.5	-	3	-	5
37+350	0.5	-	3	-	5	0.5	-	3	-	5
37+375	0.5	-	4	-	5	0.5	-	3	-	5
37+400	0.5	-	7	-	6	0.5	-	5	-	5
37+425	0.4	0.8	8	1	6	0.4	0.8	7	1	6
37+450	0.4	0.8	10	1	7	0.4	0.8	8	1	6
37+475	0.4	0.8	11	1	7	0.4	0.8	9	1	7
37+500	0.4	0.8	13	1	8	0.4	0.8	11	1	7
37+525	0.4	0.8	13	1	7	0.4	0.8	11	1	7
37+550	0.4	0.8	13	1	7	0.4	0.8	11	1	7
37+575	0.4	0.8	15	1	8	0.4	0.8	13	1	8

Untuk STA 37+575 - 37+425 pada sisi kanan dan kiri timbunan pemasangan geotextile tiap lapisnya di double / dirangkap sedangkan untuk STA 37+400 – 37+ 325 tiap lapisnya tidak di rangkap.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Tabel 4.17 Perbandingan kedalaman PVD dengan *Rate of Settlement* STA 37+575

STA 37+575

Kedalaman PVD (m)	Penurunan Jangka Pendek (m)	Penurunan 10 tahun kemudian (m)	Rate of Settlement (cm/tahun)
3	0.216	0.779	7.79
4	0.402	0.681	6.81
5	0.571	0.552	5.52
6	0.722	0.408	4.08
7	0.873	0.257	2.57
8	1.012	0.118	1.18

Penjelasan :

Dapat dilihat dari tabel diatas bahwa dengan kedalaman PVD sebesar 8 m diperoleh besarnya Rate of Settlement pada kedalaman sisa (Kedalaman Lapisan di bawah PVD) sebesar 1,18 cm/ tahun, tidak melebihi penurunan rata-rata pertahun yang diijinkan yakni sebesar 1,5 cm/tahun sehingga kedalaman PVD sebesar 8 m dapat di pakai dalam perencanaan.

108.

Tabel 4.18 Perbandingan kedalaman PVD dengan *Rate of Settlement* STA 37+550

STA 37+550

Kedalaman PVD (m)	Penurunan Jangka Pendek (m)	Penurunan 10 tahun kemudian (m)	Rate of Settlement (cm/tahun)
3	0.205	0.726	7.26
4	0.380	0.633	6.33
5	0.538	0.512	5.12
6	0.679	0.377	3.77
7	0.819	0.237	2.37
8	0.947	0.109	1.09

Penjelasan :

Dapat dilihat dari tabel diatas bahwa dengan kedalaman PVD sebesar 8 m diperoleh besarnya Rate of Settlement pada kedalaman sisa (Kedalaman Lapisan di bawah PVD) sebesar 1,09 cm/ tahun, tidak melebihi penurunan rata-rata pertahun yang diijinkan yakni sebesar 1,5 cm/tahun sehingga kedalaman PVD sebesar 8 m dapat di pakai dalam perencanaan.

Tabel 4.19 Perbandingan kedalaman PVD dengan *Rate of Settlement* STA 37+525

STA 37+525

Kedalaman PVD (m)	Penurunan Jangka Pendek (m)	Penurunan 10 tahun kemudian (m)	Rate of Settlement (cm/tahun)
3	0.200	0.705	7.05
4	0.371	0.613	6.13
5	0.524	0.496	4.96
6	0.661	0.365	3.65
7	0.797	0.229	2.29
8	0.921	0.105	1.05

Penjelasan :

Dapat dilihat dari tabel diatas bahwa dengan kedalaman PVD sebesar 8 m diperoleh besarnya Rate of Settlement pada kedalaman sisa (Kedalaman Lapisan di bawah PVD) sebesar 1,05 cm/ tahun, tidak melebihi penurunan rata-rata pertahun yang diijinkan yakni sebesar 1,5 cm/tahun sehingga kedalaman PVD sebesar 8 m dapat di pakai dalam perencanaan.

110.

Tabel 4.20 Perbandingan kedalaman PVD dengan *Rate of Settlement* STA 37+500

Kedalaman PVD (m)	Penurunan Jangka Pendek (m)	Penurunan 10 tahun kemudian (m)	Rate of Settlement (cm/tahun)
3	0.206	0.733	7.33
4	0.382	0.639	6.39
5	0.542	0.517	5.17
6	0.684	0.381	3.81
7	0.826	0.240	2.40
8	0.955	0.110	1.10

Penjelasan :

Dapat dilihat dari tabel diatas bahwa dengan kedalaman PVD sebesar 8 m diperoleh besarnya Rate of Settlement pada kedalaman sisa (Kedalaman Lapisan di bawah PVD) sebesar 1,10 cm/ tahun, tidak melebihi penurunan rata-rata pertahun yang diijinkan yakni sebesar 1,5 cm/tahun sehingga kedalaman PVD sebesar 8 m dapat di pakai dalam perencanaan.

Tabel 4.21 Perbandingan kedalaman PVD dengan *Rate of Settlement* STA 37+475

Kedalaman PVD (m)	Penurunan Jangka Pendek (m)	Penurunan 10 tahun kemudian (m)	Rate of Settlement (cm/tahun)
3	0.194	0.676	6.76
4	0.358	0.588	5.88
5	0.506	0.474	4.74
6	0.638	0.349	3.49
7	0.768	0.219	2.19
8	0.887	0.100	1.00

Penjelasan :

Dapat dilihat dari tabel diatas bahwa dengan kedalaman PVD sebesar 8 m diperoleh besarnya Rate of Settlement pada kedalaman sisa (Kedalaman Lapisan di bawah PVD) sebesar 1,00 cm/ tahun, tidak melebihi penurunan rata-rata pertahun yang diijinkan yakni sebesar 1,5 cm/tahun sehingga kedalaman PVD sebesar 8 m dapat di pakai dalam perencanaan.

Tabel 4.22 Perbandingan kedalaman PVD dengan *Rate of Settlement* STA 37+450

Kedalaman PVD (m)	Penurunan Jangka Pendek (m)	Penurunan 10 tahun kemudian (m)	Rate of Settlement (cm/tahun)
3	0.187	0.646	6.46
4	0.346	0.561	5.61
5	0.487	0.452	4.52
6	0.613	0.332	3.32
7	0.737	0.208	2.08
8	0.850	0.095	0.95

Penjelasan :

Dapat dilihat dari tabel diatas bahwa dengan kedalaman PVD sebesar 8 m diperoleh besarnya Rate of Settlement pada kedalaman sisa (Kedalaman Lapisan di bawah PVD) sebesar 0,95 cm/ tahun, tidak melebihi penurunan rata-rata pertahun yang diijinkan yakni sebesar 1,5 cm/tahun sehingga kedalaman PVD sebesar 8 m dapat di pakai dalam perencanaan.

Tabel 4.23 Perbandingan kedalaman PVD dengan *Rate of Settlement* STA 37+425

STA 37+425

Kedalaman PVD (m)	Penurunan Jangka Pendek (m)	Penurunan 10 tahun kemudian (m)	Rate of Settlement (cm/tahun)
3	0.179	0.608	6.08
4	0.329	0.526	5.26
5	0.463	0.423	4.23
6	0.581	0.310	3.10
7	0.697	0.194	1.94
8	0.803	0.089	0.89

Penjelasan :

Dapat dilihat dari tabel diatas bahwa dengan kedalaman PVD sebesar 8 m diperoleh besarnya Rate of Settlement pada kedalaman sisa (Kedalaman Lapisan di bawah PVD) sebesar 0,89 cm/ tahun, tidak melebihi penurunan rata-rata pertahun yang diijinkan yakni sebesar 1,5 cm/tahun sehingga kedalaman PVD sebesar 8 m dapat di pakai dalam perencanaan.

Tabel 4.24 Perbandingan kedalaman PVD dengan *Rate of Settlement* STA 37+400

STA 37+400

Kedalaman PVD (m)	Penurunan Jangka Pendek (m)	Penurunan 10 tahun kemudian (m)	Rate of Settlement (cm/tahun)
3	0.165	0.546	5.46
4	0.302	0.471	4.71
5	0.423	0.377	3.77
6	0.530	0.276	2.76
7	0.634	0.172	1.72
8	0.727	0.078	0.78

Penjelasan :

Dapat dilihat dari tabel diatas bahwa dengan kedalaman PVD sebesar 8 m diperoleh besarnya Rate of Settlement pada kedalaman sisa (Kedalaman Lapisan di bawah PVD) sebesar 0,78 cm/ tahun, tidak melebihi penurunan rata-rata pertahun yang diijinkan yakni sebesar 1,5 cm/tahun sehingga kedalaman PVD sebesar 8 m dapat di pakai dalam perencanaan.

Tabel 4.25 Perbandingan kedalaman PVD dengan *Rate of Settlement* STA 37+375

STA 37+375

Kedalaman PVD (m)	Penurunan Jangka Pendek (m)	Penurunan 10 tahun kemudian (m)	Rate of Settlement (cm/tahun)
3	0.139	0.437	4.37
4	0.252	0.373	3.73
5	0.351	0.296	2.96
6	0.436	0.215	2.15
7	0.518	0.133	1.33
8	0.591	0.060	0.60

Penjelasan :

Dapat dilihat dari tabel diatas bahwa dengan kedalaman PVD sebesar 7 m diperoleh besarnya Rate of Settlement pada kedalaman sisa (Kedalaman Lapisan di bawah PVD) sebesar 1,33 cm/ tahun, tidak melebihi penurunan rata-rata pertahun yang diijinkan yakni sebesar 1,5 cm/tahun sehingga kedalaman PVD sebesar 7 m dapat di pakai dalam perencanaan.

Tabel 4.26 Perbandingan kedalaman PVD dengan *Rate of Settlement* STA 37+350

STA 37+350

Kedalaman PVD (m)	Penurunan Jangka Pendek (m)	Penurunan 10 tahun kemudian (m)	Rate of Settlement (cm/tahun)
3	0.130	0.402	4.02
4	0.236	0.342	3.42
5	0.328	0.271	2.71
6	0.406	0.196	1.96
7	0.481	0.121	1.21
8	0.547	0.055	0.55

Penjelasan :

Dapat dilihat dari tabel diatas bahwa dengan kedalaman PVD sebesar 7 m diperoleh besarnya Rate of Settlement pada kedalaman sisa (Kedalaman Lapisan di bawah PVD) sebesar 1,21 cm/ tahun, tidak melebihi penurunan rata-rata pertahun yang diijinkan yakni sebesar 1,5 cm/tahun sehingga kedalaman PVD sebesar 7 m dapat di pakai dalam perencanaan.

Tabel 4.27 Perbandingan kedalaman PVD dengan *Rate of Settlement* STA 37+325

STA 37+325

Kedalaman PVD (m)	Penurunan Jangka Pendek (m)	Penurunan 10 tahun kemudian (m)	Rate of Settlement (cm/tahun)
3	0.127	0.390	3.90
4	0.230	0.331	3.31
5	0.319	0.262	2.62
6	0.395	0.189	1.89
7	0.468	0.117	1.17
8	0.532	0.053	0.53

Penjelasan :

Dapat dilihat dari tabel diatas bahwa dengan kedalaman PVD sebesar 7 m diperoleh besarnya Rate of Settlement pada kedalaman sisa (Kedalaman Lapisan di bawah PVD) sebesar 1,17 cm/ tahun, tidak melebihi penurunan rata-rata pertahun yang diijinkan yakni sebesar 1,5 cm/tahun sehingga kedalaman PVD sebesar 7 m dapat di pakai dalam perencanaan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Tabel 4.28 Penurunan 10 tahun kemudian pada STA 37+575

37+575

Kedalaman PVD (m)	Kedalaman sisa (m)	Cv (cm ² /dt)	Cv (m ² /tahun)	Tv	Uv (%)	Sc (m)
3	6	0.00080	2.488	0.691	85.267	0.779
4	5	0.00082	2.558	1.023	93.507	0.681
5	4	0.00086	2.668	1.668	98.677	0.552
6	3	0.00087	2.721	3.023	99.953	0.408
7	2	0.00091	2.830	7.076	99.999998	0.257
8	1	0.00091	2.830	28.305	100.000	0.118

Penjelasan :

Dari tabel di atas dapat kita lihat pada tebal lapisan dibawah PVD sebesar 1 m, besarnya penurunan dalam jangka waktu 10 tahun adalah sebesar 0,118 m dengan derajat konsolidasi (Uv) sebesar 100%, kemudian dapat kita ketahui nilai penurunan rata-rata per-tahunnya dengan batasan tidak melebihi 1,5 cm/tahun. Tujuan perhitungan ini adalah mencari nilai kedalaman PVD yang efisien, maksudnya adalah kedalaman PVD diambil jangan terlalu panjang namun dengan memperhatikan besarnya penurunan rata-rata per-tahun.

120.

Tabel 4.29 Penurunan 10 tahun kemudian pada STA 37+550

37+550						
Kedalaman PVD (m)	Kedalaman sisa (m)	Cv (cm ² /dt)	Cv (m ² /tahun)	Tv	Uv (%)	Sc (m)
3	6	0.00080	2.488	0.691	85.267	0.726
4	5	0.00082	2.558	1.023	93.507	0.633
5	4	0.00086	2.668	1.668	98.677	0.512
6	3	0.00087	2.721	3.023	99.953	0.377
7	2	0.00091	2.830	7.076	99.999998	0.237
8	1	0.00091	2.830	28.305	100.000	0.109

Penjelasan :

Dari tabel di atas dapat kita lihat pada tebal lapisan dibawah PVD sebesar 1 m, besarnya penurunan dalam jangka waktu 10 tahun adalah sebesar 0,109 m dengan derajat konsolidasi (Uv) sebesar 100%, kemudian dapat kita ketahui nilai penurunan rata-rata per-tahunnya dengan batasan tidak melebihi 1,5 cm/tahun. Tujuan perhitungan ini adalah mencari nilai kedalaman PVD yang efisien, maksudnya adalah kedalaman PVD diambil jangan terlalu panjang namun dengan memperhatikan besarnya penurunan rata-rata per-tahun.

Tabel 4.30 Penurunan 10 tahun kemudian pada STA 37+525

37+525

Kedalaman PVD (m)	Kedalaman sisa (m)	Cv (cm ² /dt)	Cv (m ² /tahun)	Tv	Uv (%)	Sc (m)
3	6	0.00080	2.488	0.691	85.267	0.705
4	5	0.00082	2.558	1.023	93.507	0.613
5	4	0.00086	2.668	1.668	98.677	0.496
6	3	0.00087	2.721	3.023	99.953	0.365
7	2	0.00091	2.830	7.076	99.999998	0.229
8	1	0.00091	2.830	28.305	100.000	0.105

Penjelasan :

Dari tabel di atas dapat kita lihat pada tebal lapisan dibawah PVD sebesar 1 m, besarnya penurunan dalam jangka waktu 10 tahun adalah sebesar 0,105 m dengan derajat konsolidasi (Uv) sebesar 100%, kemudian dapat kita ketahui nilai penurunan rata-rata per-tahunnya dengan batasan tidak melebihi 1,5 cm/tahun. Tujuan perhitungan ini adalah mencari nilai kedalaman PVD yang efisien, maksudnya adalah kedalaman PVD diambil jangan terlalu panjang namun dengan memperhatikan besarnya penurunan rata-rata per-tahun.

Tabel 4.31 Penurunan 10 tahun kemudian pada STA 37+500

37+500

Kedalaman PVD (m)	Kedalaman sisa (m)	Cv (cm ² /dt)	Cv (m ² /tahun)	Tv	Uv (%)	Sc (m)
3	6	0.00080	2.488	0.691	85.267	0.733
4	5	0.00082	2.558	1.023	93.507	0.639
5	4	0.00086	2.668	1.668	98.677	0.517
6	3	0.00087	2.721	3.023	99.953	0.381
7	2	0.00091	2.830	7.076	99.999998	0.240
8	1	0.00091	2.830	28.305	100.000	0.110

Penjelasan :

Dari tabel di atas dapat kita lihat pada tebal lapisan dibawah PVD sebesar 1 m, besarnya penurunan dalam jangka waktu 10 tahun adalah sebesar 0,110 m dengan derajat konsolidasi (Uv) sebesar 100%, kemudian dapat kita ketahui nilai penurunan rata-rata per-tahunnya dengan batasan tidak melebihi 1,5 cm/tahun. Tujuan perhitungan ini adalah mencari nilai kedalaman PVD yang efisien, maksudnya adalah kedalaman PVD diambil jangan terlalu panjang namun dengan memperhatikan besarnya penurunan rata-rata per-tahun.

Tabel 4.32 Penurunan 10 tahun kemudian pada STA 37+475

37+475

Kedalaman PVD (m)	Kedalaman sisa (m)	Cv (cm ² /dt)	Cv (m ² /tahun)	Tv	Uv (%)	Sc (m)
3	6	0.00080	2.488	0.691	85.267	0.676
4	5	0.00082	2.558	1.023	93.507	0.588
5	4	0.00086	2.668	1.668	98.677	0.474
6	3	0.00087	2.721	3.023	99.953	0.349
7	2	0.00091	2.830	7.076	99.99998	0.219
8	1	0.00091	2.830	28.305	100.000	0.100

Penjelasan :

Dari tabel di atas dapat kita lihat pada tebal lapisan dibawah PVD sebesar 1 m, besarnya penurunan dalam jangka waktu 10 tahun adalah sebesar 0,100 m dengan derajat konsolidasi (Uv) sebesar 100%, kemudian dapat kita ketahui nilai penurunan rata-rata per-tahunnya dengan batasan tidak melebihi 1,5 cm/tahun. Tujuan perhitungan ini adalah mencari nilai kedalaman PVD yang efisien, maksudnya adalah kedalaman PVD diambil jangan terlalu panjang namun dengan memperhatikan besarnya penurunan rata-rata per-tahun.

Tabel 4.33 Penurunan 10 tahun kemudian pada STA 37+450

37+450

Kedalaman PVD (m)	Kedalaman sisa (m)	Cv (cm ² /dt)	Cv (m ² /tahun)	Tv	Uv (%)	Sc (m)
3	6	0.00080	2.488	0.691	85.267	0.646
4	5	0.00082	2.558	1.023	93.507	0.561
5	4	0.00086	2.668	1.668	98.677	0.452
6	3	0.00087	2.721	3.023	99.953	0.332
7	2	0.00091	2.830	7.076	99.99998	0.208
8	1	0.00091	2.830	28.305	100.000	0.095

Penjelasan :

Dari tabel di atas dapat kita lihat pada tebal lapisan dibawah PVD sebesar 1 m, besarnya penurunan dalam jangka waktu 10 tahun adalah sebesar 0,095 m dengan derajat konsolidasi (Uv) sebesar 100%, kemudian dapat kita ketahui nilai penurunan rata-rata per-tahunnya dengan batasan tidak melebihi 1,5 cm/tahun. Tujuan perhitungan ini adalah mencari nilai kedalaman PVD yang efisien, maksudnya adalah kedalaman PVD diambil jangan terlalu panjang namun dengan memperhatikan besarnya penurunan rata-rata per-tahun.

Tabel 4.34 Penurunan 10 tahun kemudian pada STA 37+425

37+425

Kedalaman PVD (m)	Kedalaman sisa (m)	Cv (cm ² /dt)	Cv (m ² /tahun)	Tv	Uv (%)	Sc (m)
3	6	0.00080	2.488	0.691	85.267	0.608
4	5	0.00082	2.558	1.023	93.507	0.526
5	4	0.00086	2.668	1.668	98.677	0.423
6	3	0.00087	2.721	3.023	99.953	0.310
7	2	0.00091	2.830	7.076	99.99998	0.194
8	1	0.00091	2.830	28.305	100.000	0.089

Penjelasan :

Dari tabel di atas dapat kita lihat pada tebal lapisan dibawah PVD sebesar 1 m, besarnya penurunan dalam jangka waktu 10 tahun adalah sebesar 0,089 m dengan derajat konsolidasi (Uv) sebesar 100%, kemudian dapat kita ketahui nilai penurunan rata-rata per-tahunnya dengan batasan tidak melebihi 1,5 cm/tahun. Tujuan perhitungan ini adalah mencari nilai kedalaman PVD yang efisien, maksudnya adalah kedalaman PVD diambil jangan terlalu panjang namun dengan memperhatikan besarnya penurunan rata-rata per-tahun.

Tabel 4.35 Penurunan 10 tahun kemudian pada STA 37+400

37+400

Kedalaman PVD (m)	Kedalaman sisa (m)	Cv (cm ² /dt)	Cv (m ² /tahun)	Tv	Uv (%)	Sc (m)
3	6	0.00080	2.488	0.691	85.267	0.546
4	5	0.00082	2.558	1.023	93.507	0.471
5	4	0.00086	2.668	1.668	98.677	0.377
6	3	0.00087	2.721	3.023	99.953	0.276
7	2	0.00091	2.830	7.076	99.99998	0.172
8	1	0.00091	2.830	28.305	100.000	0.078

Penjelasan :

Dari tabel di atas dapat kita lihat pada tebal lapisan dibawah PVD sebesar 1 m, besarnya penurunan dalam jangka waktu 10 tahun adalah sebesar 0,78 m dengan derajat konsolidasi (Uv) sebesar 100%, kemudian dapat kita ketahui nilai penurunan rata-rata per-tahunnya dengan batasan tidak melebihi 1,5 cm/tahun. Tujuan perhitungan ini adalah mencari nilai kedalaman PVD yang efisien, maksudnya adalah kedalaman PVD diambil jangan terlalu panjang namun dengan memperhatikan besarnya penurunan rata-rata per-tahun.

Tabel 4.36 Penurunan 10 tahun kemudian pada STA 37+375

37+375

Kedalaman PVD (m)	Kedalaman sisa (m)	Cv (cm ² /dt)	Cv (m ² /tahun)	Tv	Uv (%)	Sc (m)
3	6	0.00080	2.488	0.691	85.267	0.437
4	5	0.00082	2.558	1.023	93.507	0.373
5	4	0.00086	2.668	1.668	98.677	0.296
6	3	0.00087	2.721	3.023	99.953	0.215
7	2	0.00091	2.830	7.076	99.999998	0.133
8	1	0.00091	2.830	28.305	100.000	0.060

Penjelasan :

Dari tabel di atas dapat kita lihat pada tebal lapisan dibawah PVD sebesar 2 m, besarnya penurunan dalam jangka waktu 10 tahun adalah sebesar 0,133 m dengan derajat konsolidasi (Uv) sebesar 99,99%, kemudian dapat kita ketahui nilai penurunan rata-rata per-tahunnya dengan batasan tidak melebihi 1,5 cm/tahun. Tujuan perhitungan ini adalah mencari nilai kedalaman PVD yang efisien, maksudnya adalah kedalaman PVD diambil jangan terlalu panjang namun dengan memperhatikan besarnya penurunan rata-rata per-tahun.

Tabel 4.37 Penurunan 10 tahun kemudian pada STA 37+350

37+350

Kedalaman PVD (m)	Kedalaman sisa (m)	Cv (cm ² /dt)	Cv (m ² /tahun)	Tv	Uv (%)	Sc (m)
3	6	0.00080	2.488	0.691	85.267	0.402
4	5	0.00082	2.558	1.023	93.507	0.342
5	4	0.00086	2.668	1.668	98.677	0.271
6	3	0.00087	2.721	3.023	99.953	0.196
7	2	0.00091	2.830	7.076	99.999998	0.121
8	1	0.00091	2.830	28.305	100.000	0.055

Penjelasan :

Dari tabel di atas dapat kita lihat pada tebal lapisan dibawah PVD sebesar 2 m, besarnya penurunan dalam jangka waktu 10 tahun adalah sebesar 0,121 m dengan derajat konsolidasi (Uv) sebesar 99,99%, kemudian dapat kita ketahui nilai penurunan rata-rata per-tahunnya dengan batasan tidak melebihi 1,5 cm/tahun. Tujuan perhitungan ini adalah mencari nilai kedalaman PVD yang efisien, maksudnya adalah kedalaman PVD diambil jangan terlalu panjang namun dengan memperhatikan besarnya penurunan rata-rata per-tahun.

Tabel 4.38 Penurunan 10 tahun kemudian pada STA 37+325

37+325

Kedalaman PVD (m)	Kedalaman sisa (m)	Cv (cm ² /dt)	Cv (m ² /tahun)	Tv	Uv (%)	Sc (m)
3	6	0.00080	2.488	0.691	85.267	0.390
4	5	0.00082	2.558	1.023	93.507	0.331
5	4	0.00086	2.668	1.668	98.677	0.262
6	3	0.00087	2.721	3.023	99.953	0.189
7	2	0.00091	2.830	7.076	99.999998	0.117
8	1	0.00091	2.830	28.305	100.000	0.053

Penjelasan :

Dari tabel di atas dapat kita lihat pada tebal lapisan dibawah PVD sebesar 2 m, besarnya penurunan dalam jangka waktu 10 tahun adalah sebesar 0,117 m dengan derajat konsolidasi (Uv) sebesar 99,99%, kemudian dapat kita ketahui nilai penurunan rata-rata per-tahunnya dengan batasan tidak melebihi 1,5 cm/tahun. Tujuan perhitungan ini adalah mencari nilai kedalaman PVD yang efisien, maksudnya adalah kedalaman PVD diambil jangan terlalu panjang namun dengan memperhatikan besarnya penurunan rata-rata per-tahun.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Tabel 4.39 Perhitungan waktu pemampatan pada kedalaman PVD STA 37+575

STA 37+575 (Kedalaman PVD = 8 m)											
s (m)	Cv (m ² /dt)	Ch (m ² /dt)	Uh (%)	a (m)	b (m)	D (m)	dw (m)	F(n)	t (detik)	t (hari)	t (minggu)
1.00	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.050	0.0525	2.25	4181213.9	48.39	6.91
1.25	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.313	0.0525	2.47	7182302.3	83.13	11.88
1.50	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.575	0.0525	2.65	11106289.4	128.55	18.36
1.75	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.838	0.0525	2.81	15995847.5	185.14	26.45
2.00	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.100	0.0525	2.94	21886996.6	253.32	36.19
2.25	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.363	0.0525	3.06	28810907.0	333.46	47.64
2.50	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.625	0.0525	3.16	36795054.4	425.87	60.84

Penjelasan :

Dalam tabel diatas direncanakan jarak pemasangan PVD sebesar 1 m pola segitiga dengan derajat konsolidasi arah horizontal direncanakan sebesar 80%. Sehingga didapatkan lamanya waktu pemampatan $t = 6,91$ minggu, dalam perencanaan ini karena tidak membahas metode pelaksanaan dimana target waktu proyek dapat diketahui sehingga seharusnya waktu pemampatan diambil sesuai waktu proyek, namun dalam perencanaan ini waktu pemampatan dengan pola pemasangan segitiga diambil waktu yang tersingkat.

Tabel 4.40 Perhitungan waktu pemampatan pada kedalaman PVD STA 37+550

STA 37+550 (Kedalaman PVD = 8 m)											
s (m)	Cv (m ² /dt)	Ch (m ² /dt)	Uh (%)	a (m)	b (m)	D (m)	dw (m)	F(n)	t (detik)	t (hari)	t (minggu)
1.00	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.050	0.0525	2.25	4181213.9	48.39	6.91
1.25	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.313	0.0525	2.47	7182302.3	83.13	11.88
1.50	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.575	0.0525	2.65	11106289.4	128.55	18.36
1.75	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.838	0.0525	2.81	15995847.5	185.14	26.45
2.00	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.100	0.0525	2.94	21886996.6	253.32	36.19
2.25	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.363	0.0525	3.06	28810907.0	333.46	47.64
2.50	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.625	0.0525	3.16	36795054.4	425.87	60.84

Penjelasan :

Dalam tabel diatas direncanakan jarak pemasangan PVD sebesar 1 m pola segitiga dengan derajat konsolidasi arah horizontal direncanakan sebesar 80%. Sehingga didapatkan lamanya waktu pemampatan $t = 6,91$ minggu, dalam perencanaan ini karena tidak membahas metode pelaksanaan dimana target waktu proyek dapat diketahui sehingga seharusnya waktu pemampatan diambil sesuai waktu proyek, namun dalam perencanaan ini waktu pemampatan dengan pola pemasangan segitiga diambil waktu yang tersingkat.

Tabel 4.41 Perhitungan waktu pemampatan pada kedalaman PVD STA 37+525

STA 37+525		(Kedalaman PVD = 8 m)									
s (m)	Cv (m ² /dt)	Ch (m ² /dt)	Uh (%)	a (m)	b (m)	D (m)	dw (m)	F(n)	t (detik)	t (hari)	t (minggu)
1.00	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.050	0.0525	2.25	4181213.9	48.39	6.91
1.25	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.313	0.0525	2.47	7182302.3	83.13	11.88
1.50	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.575	0.0525	2.65	11106289.4	128.55	18.36
1.75	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.838	0.0525	2.81	15995847.5	185.14	26.45
2.00	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.100	0.0525	2.94	21886996.6	253.32	36.19
2.25	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.363	0.0525	3.06	28810907.0	333.46	47.64
2.50	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.625	0.0525	3.16	36795054.4	425.87	60.84

Penjelasan :

Dalam tabel diatas direncanakan jarak pemasangan PVD sebesar 1 m pola segitiga dengan derajat konsolidasi arah horizontal direncanakan sebesar 80%. Sehingga didapatkan lamanya waktu pemampatan $t = 6,91$ minggu, dalam perencanaan ini karena tidak membahas metode pelaksanaan dimana target waktu proyek dapat diketahui sehingga seharusnya waktu pemampatan diambil sesuai waktu proyek, namun dalam perencanaan ini waktu pemampatan dengan pola pemasangan segitiga diambil waktu yang tersingkat.

Tabel 4.42 Perhitungan waktu pemampatan pada kedalaman PVD STA 37+500

STA 37+500		(Kedalaman PVD = 8 m)									
s (m)	Cv (m ² /dt)	Ch (m ² /dt)	Uh (%)	a (m)	b (m)	D (m)	dw (m)	F(n)	t (detik)	t (hari)	t (minggu)
1.00	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.050	0.0525	2.25	4181213.9	48.39	6.91
1.25	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.313	0.0525	2.47	7182302.3	83.13	11.88
1.50	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.575	0.0525	2.65	11106289.4	128.55	18.36
1.75	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.838	0.0525	2.81	15995847.5	185.14	26.45
2.00	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.100	0.0525	2.94	21886996.6	253.32	36.19
2.25	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.363	0.0525	3.06	28810907.0	333.46	47.64
2.50	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.625	0.0525	3.16	36795054.4	425.87	60.84

Penjelasan :

Dalam tabel diatas direncanakan jarak pemasangan PVD sebesar 1 m pola segitiga dengan derajat konsolidasi arah horizontal direncanakan sebesar 80%. Sehingga didapatkan lamanya waktu pemampatan $t = 6,91$ minggu, dalam perencanaan ini karena tidak membahas metode pelaksanaan dimana target waktu proyek dapat diketahui sehingga seharusnya waktu pemampatan diambil sesuai waktu proyek, namun dalam perencanaan ini waktu pemampatan dengan pola pemasangan segitiga diambil waktu yang tersingkat.

Tabel 4.43 Perhitungan waktu pemampatan pada kedalaman PVD STA 37+475

STA 37+475		(Kedalaman PVD = 8 m)									
s (m)	Cv (m ² /dt)	Ch (m ² /dt)	Uh (%)	a (m)	b (m)	D (m)	dw (m)	F(n)	t (detik)	t (hari)	t (minggu)
1.00	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.050	0.0525	2.25	4181213.9	48.39	6.91
1.25	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.313	0.0525	2.47	7182302.3	83.13	11.88
1.50	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.575	0.0525	2.65	11106289.4	128.55	18.36
1.75	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.838	0.0525	2.81	15995847.5	185.14	26.45
2.00	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.100	0.0525	2.94	21886996.6	253.32	36.19
2.25	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.363	0.0525	3.06	28810907.0	333.46	47.64
2.50	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.625	0.0525	3.16	36795054.4	425.87	60.84

Penjelasan :

Dalam tabel diatas direncanakan jarak pemasangan PVD sebesar 1 m pola segitiga dengan derajat konsolidasi arah horizontal direncanakan sebesar 80%. Sehingga didapatkan lamanya waktu pemampatan $t = 6,91$ minggu, dalam perencanaan ini karena tidak membahas metode pelaksanaan dimana target waktu proyek dapat diketahui sehingga seharusnya waktu pemampatan diambil sesuai waktu proyek, namun dalam perencanaan ini waktu pemampatan dengan pola pemasangan segitiga diambil waktu yang tersingkat.

Tabel 4.44 Perhitungan waktu pemampatan pada kedalaman PVD STA 37+450

STA 37+450		(Kedalaman PVD = 8 m)									
s (m)	Cv (m ² /dt)	Ch (m ² /dt)	Uh (%)	a (m)	b (m)	D (m)	dw (m)	F(n)	t (detik)	t (hari)	t (minggu)
1.00	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.050	0.0525	2.25	4181213.9	48.39	6.91
1.25	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.313	0.0525	2.47	7182302.3	83.13	11.88
1.50	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.575	0.0525	2.65	11106289.4	128.55	18.36
1.75	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.838	0.0525	2.81	15995847.5	185.14	26.45
2.00	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.100	0.0525	2.94	21886996.6	253.32	36.19
2.25	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.363	0.0525	3.06	28810907.0	333.46	47.64
2.50	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.625	0.0525	3.16	36795054.4	425.87	60.84

Penjelasan :

Dalam tabel diatas direncanakan jarak pemasangan PVD sebesar 1 m pola segitiga dengan derajat konsolidasi arah horizontal direncanakan sebesar 80%. Sehingga didapatkan lamanya waktu pemampatan $t = 6,91$ minggu, dalam perencanaan ini karena tidak membahas metode pelaksanaan dimana target waktu proyek dapat diketahui sehingga seharusnya waktu pemampatan diambil sesuai waktu proyek, namun dalam perencanaan ini waktu pemampatan dengan pola pemasangan segitiga diambil waktu yang tersingkat.

Tabel 4.45 Perhitungan waktu pemampatan pada kedalaman PVD STA 37+425

STA 37+425		(Kedalaman PVD = 8 m)									
s (m)	Cv (m ² /dt)	Ch (m ² /dt)	Uh (%)	a (m)	b (m)	D (m)	dw (m)	F(n)	t (detik)	t (hari)	t (minggu)
1.00	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.050	0.0525	2.25	4181213.9	48.39	6.91
1.25	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.313	0.0525	2.47	7182302.3	83.13	11.88
1.50	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.575	0.0525	2.65	11106289.4	128.55	18.36
1.75	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.838	0.0525	2.81	15995847.5	185.14	26.45
2.00	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.100	0.0525	2.94	21886996.6	253.32	36.19
2.25	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.363	0.0525	3.06	28810907.0	333.46	47.64
2.50	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.625	0.0525	3.16	36795054.4	425.87	60.84

Penjelasan :

Dalam tabel diatas direncanakan jarak pemasangan PVD sebesar 1 m pola segitiga dengan derajat konsolidasi arah horizontal direncanakan sebesar 80%. Sehingga didapatkan lamanya waktu pemampatan $t = 6,91$ minggu, dalam perencanaan ini karena tidak membahas metode pelaksanaan dimana target waktu proyek dapat diketahui sehingga seharusnya waktu pemampatan diambil sesuai waktu proyek, namun dalam perencanaan ini waktu pemampatan dengan pola pemasangan segitiga diambil waktu yang tersingkat.

Tabel 4.46 Perhitungan waktu pemampatan pada kedalaman PVD STA 37+400

STA 37+400		(Kedalaman PVD = 8 m)									
s (m)	Cv (m ² /dt)	Ch (m ² /dt)	Uh (%)	a (m)	b (m)	D (m)	dw (m)	F(n)	t (detik)	t (hari)	t (minggu)
1.00	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.050	0.0525	2.25	4181213.9	48.39	6.91
1.25	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.313	0.0525	2.47	7182302.3	83.13	11.88
1.50	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.575	0.0525	2.65	11106289.4	128.55	18.36
1.75	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	1.838	0.0525	2.81	15995847.5	185.14	26.45
2.00	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.100	0.0525	2.94	21886996.6	253.32	36.19
2.25	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.363	0.0525	3.06	28810907.0	333.46	47.64
2.50	0.000000079	0.000000238	80	0.1	0.005	2.625	0.0525	3.16	36795054.4	425.87	60.84

Penjelasan :

Dalam tabel diatas direncanakan jarak pemasangan PVD sebesar 1 m pola segitiga dengan derajat konsolidasi arah horizontal direncanakan sebesar 80%. Sehingga didapatkan lamanya waktu pemampatan $t = 6,91$ minggu, dalam perencanaan ini karena tidak membahas metode pelaksanaan dimana target waktu proyek dapat diketahui sehingga seharusnya waktu pemampatan diambil sesuai waktu proyek, namun dalam perencanaan ini waktu pemampatan dengan pola pemasangan segitiga diambil waktu yang tersingkat.

Tabel 4.47 Perhitungan waktu pemampatan pada kedalaman PVD STA 37+375

STA 37+375		(Kedalaman PVD = 7 m)									
s (m)	Cv (m ² /dt)	Ch (m ² /dt)	Uh (%)	a (m)	b (m)	D (m)	dw (m)	F(n)	t (detik)	t (hari)	t (minggu)
1.00	0.000000079	0.000000237	80	0.1	0.005	1.050	0.0525	2.25	4197627.4	48.58	6.94
1.25	0.000000079	0.000000237	80	0.1	0.005	1.313	0.0525	2.47	7210496.6	83.45	11.92
1.50	0.000000079	0.000000237	80	0.1	0.005	1.575	0.0525	2.65	11149887.5	129.05	18.44
1.75	0.000000079	0.000000237	80	0.1	0.005	1.838	0.0525	2.81	16058639.7	185.86	26.55
2.00	0.000000079	0.000000237	80	0.1	0.005	2.100	0.0525	2.94	21972914.6	254.32	36.33
2.25	0.000000079	0.000000237	80	0.1	0.005	2.363	0.0525	3.06	28924005.0	334.77	47.82
2.50	0.000000079	0.000000237	80	0.1	0.005	2.625	0.0525	3.16	36939494.3	427.54	61.08

Penjelasan :

Dalam tabel diatas direncanakan jarak pemasangan PVD sebesar 1 m pola segitiga dengan derajat konsolidasi arah horizontal direncanakan sebesar 80%. Sehingga didapatkan lamanya waktu pemampatan $t = 6,94$ minggu, dalam perencanaan ini karena tidak membahas metode pelaksanaan dimana target waktu proyek dapat diketahui sehingga seharusnya waktu pemampatan diambil sesuai waktu proyek, namun dalam perencanaan ini waktu pemampatan dengan pola pemasangan segitiga diambil waktu yang tersingkat.

Tabel 4.48 Perhitungan waktu pemampatan pada kedalaman PVD STA 37+350

STA 37+350		(Kedalaman PVD = 7 m)									
s (m)	Cv (m ² /dt)	Ch (m ² /dt)	Uh (%)	a (m)	b (m)	D (m)	dw (m)	F(n)	t (detik)	t (hari)	t (minggu)
1.00	0.000000079	0.000000237	80	0.1	0.005	1.050	0.0525	2.25	4197627.4	48.58	6.94
1.25	0.000000079	0.000000237	80	0.1	0.005	1.313	0.0525	2.47	7210496.6	83.45	11.92
1.50	0.000000079	0.000000237	80	0.1	0.005	1.575	0.0525	2.65	11149887.5	129.05	18.44
1.75	0.000000079	0.000000237	80	0.1	0.005	1.838	0.0525	2.81	16058639.7	185.86	26.55
2.00	0.000000079	0.000000237	80	0.1	0.005	2.100	0.0525	2.94	21972914.6	254.32	36.33
2.25	0.000000079	0.000000237	80	0.1	0.005	2.363	0.0525	3.06	28924005.0	334.77	47.82
2.50	0.000000079	0.000000237	80	0.1	0.005	2.625	0.0525	3.16	36939494.3	427.54	61.08

Penjelasan :

Dalam tabel diatas direncanakan jarak pemasangan PVD sebesar 1 m pola segitiga dengan derajat konsolidasi arah horizontal direncanakan sebesar 80%. Sehingga didapatkan lamanya waktu pemampatan $t = 6,94$ minggu, dalam perencanaan ini karena tidak membahas metode pelaksanaan dimana target waktu proyek dapat diketahui sehingga seharusnya waktu pemampatan diambil sesuai waktu proyek, namun dalam perencanaan ini waktu pemampatan dengan pola pemasangan segitiga diambil waktu yang tersingkat.

Tabel 4.49 Perhitungan waktu pemampatan pada kedalaman PVD STA 37+325

STA 37+325

(Kedalaman PVD = 7 m)

s (m)	Cv (m ² /dt)	Ch (m ² /dt)	Uh (%)	a (m)	b (m)	D (m)	dw (m)	F(n)	t (detik)	t (hari)	t (minggu)
1.00	0.000000079	0.000000237	80	0.1	0.005	1.050	0.0525	2.25	4197627.4	48.58	6.94
1.25	0.000000079	0.000000237	80	0.1	0.005	1.313	0.0525	2.47	7210496.6	83.45	11.92
1.50	0.000000079	0.000000237	80	0.1	0.005	1.575	0.0525	2.65	11149887.5	129.05	18.44
1.75	0.000000079	0.000000237	80	0.1	0.005	1.838	0.0525	2.81	16058639.7	185.86	26.55
2.00	0.000000079	0.000000237	80	0.1	0.005	2.100	0.0525	2.94	21972914.6	254.32	36.33
2.25	0.000000079	0.000000237	80	0.1	0.005	2.363	0.0525	3.06	28924005.0	334.77	47.82
2.50	0.000000079	0.000000237	80	0.1	0.005	2.625	0.0525	3.16	36939494.3	427.54	61.08

Penjelasan :

Dalam tabel diatas direncanakan jarak pemasangan PVD sebesar 1 m pola segitiga dengan derajat konsolidasi arah horizontal direncanakan sebesar 80%. Sehingga didapatkan lamanya waktu pemampatan $t = 6,23$ minggu, dalam perencanaan ini karena tidak membahas metode pelaksanaan dimana target waktu proyek dapat diketahui sehingga seharusnya waktu pemampatan diambil sesuai waktu proyek, namun dalam perencanaan ini waktu pemampatan dengan pola pemasangan segitiga diambil waktu yang tersingkat.

Tabel 4.1 Perhitungan besarnya pemampatan untuk STA 37+575

Sta 37+ 575		a	=	0	m	;	b1	=	16.4	m	h timbunan tertinggi		=	7.746	m	q pavement + q traffic		=	1.81	t/m ²	
											γ timbunan		=	1.8	t/m ³						
No	Tebal lapisan H (m)	Z (m)	eo	Cc	Cs	Gs	γ_w	γ_{sat}	a/z	b/z	I	P (t/m ²)	Δp (t/m ²)	γ'	Po' (t/m ²)	Pc' (t/m ²)	Log(Pc/Po')(t/m ²)	Po' + ΔP (t/m ²)	Log ((Po'+ ΔP)/Pc)	Sc (m)	Sc kumulatif (m)
1	1	0.5	0.766	0	0	2.681	1	1.952	0.00	32.80	0.500	15.75	15.753	0.952	0.476	0.571	0.079	16.229	1.454	0.000	0.000
2	1	1.5	0.766	0	0	2.681	1	1.952	0.00	10.93	0.500	15.75	15.753	0.952	1.428	1.713	0.079	17.181	1.001	0.000	0.000
3	1	2.5	0.931	0.506	0.101	2.672	1	1.866	0.00	6.56	0.500	15.75	15.753	0.866	2.337	2.804	0.079	18.089	0.810	0.216	0.216
4	1	3.5	0.931	0.506	0.101	2.672	1	1.866	0.00	4.69	0.500	15.75	15.753	0.866	3.203	3.843	0.079	18.955	0.693	0.186	0.402
5	1	4.5	0.978	0.534	0.107	2.666	1	1.842	0.00	3.64	0.500	15.75	15.753	0.842	4.057	4.868	0.079	19.809	0.610	0.169	0.571
6	1	5.5	0.978	0.534	0.107	2.666	1	1.842	0.00	2.98	0.499	15.75	15.721	0.842	4.899	5.879	0.079	20.620	0.545	0.151	0.722
7	1	6.5	1.258	0.673	0.135	2.601	1	1.709	0.00	2.52	0.489	15.75	15.406	0.709	5.675	6.809	0.079	21.081	0.491	0.151	0.873
8	1	7.5	1.258	0.673	0.135	2.601	1	1.709	0.00	2.19	0.482	15.75	15.186	0.709	6.384	7.660	0.079	21.569	0.450	0.139	1.012
9	1	8.5	1.184	0.599	0.120	2.642	1	1.752	0.00	1.93	0.478	15.75	15.060	0.752	7.114	8.537	0.079	22.174	0.415	0.118	1.130

Tabel 4.2 Perhitungan pemampatan untuk STA 37+550

Sta 37+ 550		a	=	0	m	;	b1	=	16.4	m	h timbunan tertinggi		=	6.787	m	q pavement + q traffic		=	1.81	t/m ²	
											γ timbunan		=	1.8	t/m ³						
No	Tebal lapisan H (m)	Z (m)	eo	Cc	Cs	Gs	γ_w	γ_{sat}	a/z	b/z	I	P (t/m ²)	Δp (t/m ²)	γ'	Po' (t/m ²)	Pc' (t/m ²)	Log(Pc/Po')(t/m ²)	Po' + ΔP (t/m ²)	Log ((Po'+ ΔP)/Pc)	Sc (m)	Sc kumulatif (m)
1	1	0.5	0.766	0	0	2.681	1	1.952	0.00	32.80	0.500	14.03	14.027	0.952	0.476	0.571	0.079	14.503	1.405	0.000	0.000
2	1	1.5	0.766	0	0	2.681	1	1.952	0.00	10.93	0.500	14.03	14.027	0.952	1.428	1.713	0.079	15.454	0.955	0.000	0.000
3	1	2.5	0.931	0.506	0.101	2.672	1	1.866	0.00	6.56	0.500	14.03	14.027	0.866	2.337	2.804	0.079	16.363	0.766	0.205	0.205
4	1	3.5	0.931	0.506	0.101	2.672	1	1.866	0.00	4.69	0.500	14.03	14.027	0.866	3.203	3.843	0.079	17.229	0.652	0.175	0.380
5	1	4.5	0.978	0.534	0.107	2.666	1	1.842	0.00	3.64	0.500	14.03	14.027	0.842	4.057	4.868	0.079	18.083	0.570	0.158	0.538
6	1	5.5	0.978	0.534	0.107	2.666	1	1.842	0.00	2.98	0.499	14.03	13.999	0.842	4.899	5.879	0.079	18.897	0.507	0.141	0.679
7	1	6.5	1.258	0.673	0.135	2.601	1	1.709	0.00	2.52	0.489	14.03	13.718	0.709	5.675	6.809	0.079	19.393	0.455	0.140	0.819
8	1	7.5	1.258	0.673	0.135	2.601	1	1.709	0.00	2.19	0.482	14.03	13.522	0.709	6.384	7.660	0.079	19.905	0.415	0.128	0.947
9	1	8.5	1.184	0.599	0.120	2.642	1	1.752	0.00	1.93	0.478	14.03	13.409	0.752	7.114	8.537	0.079	20.523	0.381	0.109	1.056

102.

Tabel 4.3 Perhitungan pemampatan untuk STA 37+525

Sta 37+ 525		a	=	0	m	;	b1	=	16,4	m	h timbunan tertinggi		=	6,423	m	q pavement + q traffic		=	1.81	t/m ²	
											γ timbunan		=	1.8	t/m ³						
No	Tebal lapisan H (m)	Z (m)	eo	Cc	Cs	Gs	γ_w	γ_{sat}	a/z	b/z	I	P (t/m ²)	Δp (t/m ²)	γ'	Po' (t/m ²)	Pc' (t/m ²)	Log(Pc/Po')(t/m ²)	Po'+ ΔP (t/m ²)	Log ((Po'+ ΔP)/Pc)	Sc (m)	Sc komulatif (m)
1	1	0.5	0.766	0	0	2.681	1	1.952	0.00	32.80	0.500	13.37	13.371	0.952	0.476	0.571	0.079	13.847	1.385	0.000	0.000
2	1	1.5	0.766	0	0	2.681	1	1.952	0.00	10.93	0.500	13.37	13.371	0.952	1.428	1.713	0.079	14.799	0.936	0.000	0.000
3	1	2.5	0.931	0.506	0.101	2.672	1	1.866	0.00	6.56	0.500	13.37	13.371	0.866	2.337	2.804	0.079	15.708	0.748	0.200	0.200
4	1	3.5	0.931	0.506	0.101	2.672	1	1.866	0.00	4.69	0.500	13.37	13.371	0.866	3.203	3.843	0.079	16.574	0.635	0.170	0.371
5	1	4.5	0.978	0.534	0.107	2.666	1	1.842	0.00	3.64	0.500	13.37	13.371	0.842	4.057	4.868	0.079	17.428	0.554	0.154	0.524
6	1	5.5	0.978	0.534	0.107	2.666	1	1.842	0.00	2.98	0.499	13.37	13.345	0.842	4.899	5.879	0.079	18.244	0.492	0.137	0.661
7	1	6.5	1.258	0.673	0.135	2.601	1	1.709	0.00	2.52	0.489	13.37	13.077	0.709	5.675	6.809	0.079	18.752	0.440	0.136	0.797
8	1	7.5	1.258	0.673	0.135	2.601	1	1.709	0.00	2.19	0.482	13.37	12.890	0.709	6.384	7.660	0.079	19.274	0.401	0.124	0.921
9	1	8.5	1.184	0.599	0.120	2.642	1	1.752	0.00	1.93	0.478	13.37	12.783	0.752	7.114	8.537	0.079	19.897	0.367	0.105	1.027

Tabel 4.4 Perhitungan pemampatan untuk STA 37+500

Sta 37+ 500		a	=	0	m	;	b1	=	16,4	m	h timbunan tertinggi		=	6,9	m	q pavement + q traffic		=	1.81	t/m ²	
											γ timbunan		=	1.8	t/m ³						
No	Tebal lapisan H (m)	Z (m)	eo	Cc	Cs	Gs	γ_w	γ_{sat}	a/z	b/z	I	P (t/m ²)	Δp (t/m ²)	γ'	Po' (t/m ²)	Pc' (t/m ²)	Log(Pc/Po')(t/m ²)	Po'+ ΔP (t/m ²)	Log ((Po'+ ΔP)/Pc)	Sc (m)	Sc komulatif (m)
1	1	0.5	0.766	0	0	2.681	1	1.952	0.00	32.80	0.500	14.23	14.230	0.952	0.476	0.571	0.079	14.706	1.411	0.000	0.000
2	1	1.5	0.766	0	0	2.681	1	1.952	0.00	10.93	0.500	14.23	14.230	0.952	1.428	1.713	0.079	15.658	0.961	0.000	0.000
3	1	2.5	0.931	0.506	0.101	2.672	1	1.866	0.00	6.56	0.500	14.23	14.230	0.866	2.337	2.804	0.079	16.567	0.771	0.206	0.206
4	1	3.5	0.931	0.506	0.101	2.672	1	1.866	0.00	4.69	0.500	14.23	14.230	0.866	3.203	3.843	0.079	17.433	0.657	0.176	0.382
5	1	4.5	0.978	0.534	0.107	2.666	1	1.842	0.00	3.64	0.500	14.23	14.230	0.842	4.057	4.868	0.079	18.287	0.575	0.159	0.542
6	1	5.5	0.978	0.534	0.107	2.666	1	1.842	0.00	2.98	0.499	14.23	14.202	0.842	4.899	5.879	0.079	19.100	0.512	0.142	0.684
7	1	6.5	1.258	0.673	0.135	2.601	1	1.709	0.00	2.52	0.489	14.23	13.917	0.709	5.675	6.809	0.079	19.591	0.459	0.142	0.826
8	1	7.5	1.258	0.673	0.135	2.601	1	1.709	0.00	2.19	0.482	14.23	13.718	0.709	6.384	7.660	0.079	20.101	0.419	0.130	0.955
9	1	8.5	1.184	0.599	0.120	2.642	1	1.752	0.00	1.93	0.478	14.23	13.604	0.752	7.114	8.537	0.079	20.718	0.385	0.110	1.065

Tabel 4.5 Perhitungan pemampatan untuk STA 37+475

Sta 37+ 475		a	=	0	m	;	b1	=	16.4	m	h timbunan tertinggi		=	5.959	m	q pavement + q traffic		=	1.81	t/m ²	
											γ timbunan		=	1.8	t/m ³						
No	Tebal lapisan H (m)	Z (m)	eo	Cc	Cs	Gs	γ_w	γ_{sat}	a/z	b/z	I	P (t/m ²)	Δp (t/m ²)	γ'	Po' (t/m ²)	Pc' (t/m ²)	Log(Pc/Po')(t/m ²)	Po'+ ΔP (t/m ²)	Log ((Po'+ ΔP)/Pc)	Sc (m)	Sc komulatif (m)
1	1	0.5	0.766	0	0	2.681	1	1.952	0.00	32.80	0.500	12.54	12.536	0.952	0.476	0.571	0.079	13.012	1.358	0.000	0.000
2	1	1.5	0.766	0	0	2.681	1	1.952	0.00	10.93	0.500	12.54	12.536	0.952	1.428	1.713	0.079	13.964	0.911	0.000	0.000
3	1	2.5	0.931	0.506	0.101	2.672	1	1.866	0.00	6.56	0.500	12.54	12.536	0.866	2.337	2.804	0.079	14.873	0.725	0.194	0.194
4	1	3.5	0.931	0.506	0.101	2.672	1	1.866	0.00	4.69	0.500	12.54	12.536	0.866	3.203	3.843	0.079	15.739	0.612	0.165	0.358
5	1	4.5	0.978	0.534	0.107	2.666	1	1.842	0.00	3.64	0.500	12.54	12.536	0.842	4.057	4.868	0.079	16.593	0.533	0.148	0.506
6	1	5.5	0.978	0.534	0.107	2.666	1	1.842	0.00	2.98	0.499	12.54	12.511	0.842	4.899	5.879	0.079	17.410	0.472	0.132	0.638
7	1	6.5	1.258	0.673	0.135	2.601	1	1.709	0.00	2.52	0.489	12.54	12.260	0.709	5.675	6.809	0.079	17.935	0.421	0.130	0.768
8	1	7.5	1.258	0.673	0.135	2.601	1	1.709	0.00	2.19	0.482	12.54	12.085	0.709	6.384	7.660	0.079	18.468	0.382	0.119	0.887
9	1	8.5	1.184	0.599	0.120	2.642	1	1.752	0.00	1.93	0.478	12.54	11.985	0.752	7.114	8.537	0.079	19.099	0.350	0.100	0.987

Tabel 4.6 Perhitungan pemampatan untuk STA 37+450

Sta 37+ 450		a	=	0	m	;	b1	=	16.4	m	h timbunan tertinggi		=	5.492	m	q pavement + q traffic		=	1.81	t/m ²	
											γ timbunan		=	1.8	t/m ³						
No	Tebal lapisan H (m)	Z (m)	eo	Cc	Cs	Gs	γ_w	γ_{sat}	a/z	b/z	I	P (t/m ²)	Δp (t/m ²)	γ'	Po' (t/m ²)	Pc' (t/m ²)	Log(Pc/Po')(t/m ²)	Po'+ ΔP (t/m ²)	Log ((Po'+ ΔP)/Pc)	Sc (m)	Sc komulatif (m)
1	1	0.5	0.766	0	0	2.681	1	1.952	0.00	32.80	0.500	11.70	11.696	0.952	0.476	0.571	0.079	12.172	1.329	0.000	0.000
2	1	1.5	0.766	0	0	2.681	1	1.952	0.00	10.93	0.500	11.70	11.696	0.952	1.428	1.713	0.079	13.123	0.884	0.000	0.000
3	1	2.5	0.931	0.506	0.101	2.672	1	1.866	0.00	6.56	0.500	11.70	11.696	0.866	2.337	2.804	0.079	14.032	0.699	0.187	0.187
4	1	3.5	0.931	0.506	0.101	2.672	1	1.866	0.00	4.69	0.500	11.70	11.696	0.866	3.203	3.843	0.079	14.898	0.588	0.158	0.346
5	1	4.5	0.978	0.534	0.107	2.666	1	1.842	0.00	3.64	0.500	11.70	11.696	0.842	4.057	4.868	0.079	15.752	0.510	0.142	0.487
6	1	5.5	0.978	0.534	0.107	2.666	1	1.842	0.00	2.98	0.499	11.70	11.672	0.842	4.899	5.879	0.079	16.571	0.450	0.126	0.613
7	1	6.5	1.258	0.673	0.135	2.601	1	1.709	0.00	2.52	0.489	11.70	11.438	0.709	5.675	6.809	0.079	17.113	0.400	0.124	0.737
8	1	7.5	1.258	0.673	0.135	2.601	1	1.709	0.00	2.19	0.482	11.70	11.275	0.709	6.384	7.660	0.079	17.658	0.363	0.113	0.850
9	1	8.5	1.184	0.599	0.120	2.642	1	1.752	0.00	1.93	0.478	11.70	11.181	0.752	7.114	8.537	0.079	18.295	0.331	0.095	0.945

104.

Tabel 4.7 Perhitungan pemampatan untuk STA 37+425

Sta 37+ 425		a	=	0	m	;	b1	=	16.4	m	h timbunan tertinggi		=	4.922	m	q pavement + q traffic		=	1.81	t/m ²	
											<i>γ</i> timbunan		=	1.8	t/m ³						
No	Tebal lapisan H (m)	Z (m)	eo	Cc	Cs	Gs	<i>γ</i> w	<i>γ</i> sat	a/z	b/z	I	P (t/m ²)	Δp (t/m ²)	<i>γ</i> '	Po' (t/m ²)	Pc' (t/m ²)	Log(Pc/Po')(t/m ²)	Po'+ ΔP (t/m ²)	Log ((Po'+ΔP)/Pc)	Sc (m)	Sc komulatif (m)
1	1	0.5	0.766	0	0	2.681	1	1.952	0.00	32.80	0.500	10.67	10.670	0.952	0.476	0.571	0.079	11.146	1.290	0.000	0.000
2	1	1.5	0.766	0	0	2.681	1	1.952	0.00	10.93	0.500	10.67	10.670	0.952	1.428	1.713	0.079	12.097	0.849	0.000	0.000
3	1	2.5	0.931	0.506	0.101	2.672	1	1.866	0.00	6.56	0.500	10.67	10.670	0.866	2.337	2.804	0.079	13.006	0.666	0.179	0.179
4	1	3.5	0.931	0.506	0.101	2.672	1	1.866	0.00	4.69	0.500	10.67	10.670	0.866	3.203	3.843	0.079	13.872	0.557	0.150	0.329
5	1	4.5	0.978	0.534	0.107	2.666	1	1.842	0.00	3.64	0.500	10.67	10.670	0.842	4.057	4.868	0.079	14.726	0.481	0.134	0.463
6	1	5.5	0.978	0.534	0.107	2.666	1	1.842	0.00	2.98	0.499	10.67	10.648	0.842	4.899	5.879	0.079	15.547	0.422	0.118	0.581
7	1	6.5	1.258	0.673	0.135	2.601	1	1.709	0.00	2.52	0.489	10.67	10.435	0.709	5.675	6.809	0.079	16.109	0.374	0.116	0.697
8	1	7.5	1.258	0.673	0.135	2.601	1	1.709	0.00	2.19	0.482	10.67	10.285	0.709	6.384	7.660	0.079	16.669	0.338	0.105	0.803
9	1	8.5	1.184	0.599	0.120	2.642	1	1.752	0.00	1.93	0.478	10.67	10.200	0.752	7.114	8.537	0.079	17.314	0.307	0.089	0.891

Tabel 4.8 Perhitungan pemampatan untuk STA 37+400

Sta 37+ 400		a	=	0	m	;	b1	=	16.4	m	h timbunan tertinggi		=	4.088	m	q pavement + q traffic		=	1.81	t/m ²	
											<i>γ</i> timbunan		=	1.8	t/m ³						
No	Tebal lapisan H (m)	Z (m)	eo	Cc	Cs	Gs	<i>γ</i> w	<i>γ</i> sat	a/z	b/z	I	P (t/m ²)	Δp (t/m ²)	<i>γ</i> '	Po' (t/m ²)	Pc' (t/m ²)	Log(Pc/Po')(t/m ²)	Po'+ ΔP (t/m ²)	Log ((Po'+ΔP)/Pc)	Sc (m)	Sc komulatif (m)
1	1	0.5	0.766	0	0	2.681	1	1.952	0.00	32.80	0.500	9.17	9.168	0.952	0.476	0.571	0.079	9.644	1.228	0.000	0.000
2	1	1.5	0.766	0	0	2.681	1	1.952	0.00	10.93	0.500	9.17	9.168	0.952	1.428	1.713	0.079	10.596	0.791	0.000	0.000
3	1	2.5	0.931	0.506	0.101	2.672	1	1.866	0.00	6.56	0.500	9.17	9.168	0.866	2.337	2.804	0.079	11.505	0.613	0.165	0.165
4	1	3.5	0.931	0.506	0.101	2.672	1	1.866	0.00	4.69	0.500	9.17	9.168	0.866	3.203	3.843	0.079	12.371	0.508	0.137	0.302
5	1	4.5	0.978	0.534	0.107	2.666	1	1.842	0.00	3.64	0.500	9.17	9.168	0.842	4.057	4.868	0.079	13.225	0.434	0.121	0.423
6	1	5.5	0.978	0.534	0.107	2.666	1	1.842	0.00	2.98	0.499	9.17	9.150	0.842	4.899	5.879	0.079	14.049	0.378	0.106	0.530
7	1	6.5	1.258	0.673	0.135	2.601	1	1.709	0.00	2.52	0.489	9.17	8.967	0.709	5.675	6.809	0.079	14.641	0.332	0.104	0.634
8	1	7.5	1.258	0.673	0.135	2.601	1	1.709	0.00	2.19	0.482	9.17	8.838	0.709	6.384	7.660	0.079	15.222	0.298	0.094	0.727
9	1	8.5	1.184	0.599	0.120	2.642	1	1.752	0.00	1.93	0.478	9.17	8.765	0.752	7.114	8.537	0.079	15.879	0.270	0.078	0.805

Tabel 4.9 Perhitungan pemampatan untuk STA 37+375

Sta 37+ 375		a	=	0	m	;	b1	=	16.4	m	h timbunan tertinggi		=	2.792	m	q pavement + q traffic		=	1.81	t/m ²	
											γ timbunan		=	1.8	t/m ³						
No	Tebal lapisan H (m)	Z (m)	eo	Cc	Cs	Gs	γ_w	γ_{sat}	a/z	b/z	I	P (t/m ²)	Δp (t/m ²)	γ'	Po' (t/m ²)	Pc' (t/m ²)	Log(Pc/Po')(t/m ²)	Po'+ ΔP (t/m ²)	Log ((Po'+ ΔP)/Pc)	Sc (m)	Sc komulatif (m)
1	1	0.5	0.766	0	0	2.681	1	1.952	0.00	32.80	0.500	6.84	6.836	0.952	0.476	0.571	0.079	7.312	1.107	0.000	0.000
2	1	1.5	0.766	0	0	2.681	1	1.952	0.00	10.93	0.500	6.84	6.836	0.952	1.428	1.713	0.079	8.263	0.683	0.000	0.000
3	1	2.5	0.931	0.506	0.101	2.672	1	1.866	0.00	6.56	0.500	6.84	6.836	0.866	2.337	2.804	0.079	9.172	0.515	0.139	0.139
4	1	3.5	0.931	0.506	0.101	2.672	1	1.866	0.00	4.69	0.500	6.84	6.836	0.866	3.203	3.843	0.079	10.038	0.417	0.113	0.252
5	1	4.5	0.978	0.534	0.107	2.666	1	1.842	0.00	3.64	0.500	6.84	6.836	0.842	4.057	4.868	0.079	10.892	0.350	0.099	0.351
6	1	5.5	0.978	0.534	0.107	2.666	1	1.842	0.00	2.98	0.499	6.84	6.822	0.842	4.899	5.879	0.079	11.721	0.300	0.085	0.436
7	1	6.5	1.258	0.673	0.135	2.601	1	1.709	0.00	2.52	0.489	6.84	6.685	0.709	5.675	6.809	0.079	12.360	0.259	0.082	0.518
8	1	7.5	1.258	0.673	0.135	2.601	1	1.709	0.00	2.19	0.482	6.84	6.590	0.709	6.384	7.660	0.079	12.973	0.229	0.073	0.591
9	1	8.5	1.184	0.599	0.120	2.642	1	1.752	0.00	1.93	0.478	6.84	6.535	0.752	7.114	8.537	0.079	13.649	0.204	0.060	0.651

Tabel 4.10 Perhitungan pemampatan untuk STA 37+350

Sta 37+ 350		a	=	0	m	;	b1	=	16.4	m	h timbunan tertinggi		=	2.427	m	q pavement + q traffic		=	1.81	t/m ²	
											γ timbunan		=	1.8	t/m ³						
No	Tebal lapisan H (m)	Z (m)	eo	Cc	Cs	Gs	γ_w	γ_{sat}	a/z	b/z	I	P (t/m ²)	Δp (t/m ²)	γ'	Po' (t/m ²)	Pc' (t/m ²)	Log(Pc/Po')(t/m ²)	Po'+ ΔP (t/m ²)	Log ((Po'+ ΔP)/Pc)	Sc (m)	Sc komulatif (m)
1	1	0.5	0.766	0	0	2.681	1	1.952	0.00	32.80	0.500	6.18	6.179	0.952	0.476	0.571	0.079	6.655	1.066	0.000	0.000
2	1	1.5	0.766	0	0	2.681	1	1.952	0.00	10.93	0.500	6.18	6.179	0.952	1.428	1.713	0.079	7.606	0.647	0.000	0.000
3	1	2.5	0.931	0.506	0.101	2.672	1	1.866	0.00	6.56	0.500	6.18	6.179	0.866	2.337	2.804	0.079	8.515	0.482	0.130	0.130
4	1	3.5	0.931	0.506	0.101	2.672	1	1.866	0.00	4.69	0.500	6.18	6.179	0.866	3.203	3.843	0.079	9.381	0.388	0.106	0.236
5	1	4.5	0.978	0.534	0.107	2.666	1	1.842	0.00	3.64	0.500	6.18	6.179	0.842	4.057	4.868	0.079	10.235	0.323	0.091	0.328
6	1	5.5	0.978	0.534	0.107	2.666	1	1.842	0.00	2.98	0.499	6.18	6.166	0.842	4.899	5.879	0.079	11.065	0.275	0.078	0.406
7	1	6.5	1.258	0.673	0.135	2.601	1	1.709	0.00	2.52	0.489	6.18	6.043	0.709	5.675	6.809	0.079	11.717	0.236	0.075	0.481
8	1	7.5	1.258	0.673	0.135	2.601	1	1.709	0.00	2.19	0.482	6.18	5.956	0.709	6.384	7.660	0.079	12.340	0.207	0.066	0.547
9	1	8.5	1.184	0.599	0.120	2.642	1	1.752	0.00	1.93	0.478	6.18	5.907	0.752	7.114	8.537	0.079	13.021	0.183	0.055	0.602

106.

Tabel 4.11 Perhitungan pemampatan untuk STA 37+325

Sta 37+ 325		a	=	0	m	;	b1	=	16.4	m	h timbunan tertinggi		=	2.304	m	q pavement + q traffic		=	1.81	t/m ²	
													=	1.8	t/m ³						
No	Tebal lapisan H (m)	Z (m)	eo	Cc	Cs	Gs			a/z	b/z	I	P (t/m ²)	¹ / ₄ p (t/m ²)		Po' (t/m ²)	Pc' (t/m ²)	Log(Pc/Po')(t/m ²)	Po'+ ¹ / ₄ P (t/m ²)	Log ((Po'+ ¹ / ₄ P)/Pc)	Sc (m)	Sc komulatif (m)
1	1	0.5	0.766	0	0	2.681	1	1.952	0.00	32.80	0.500	5.96	5.957	0.952	0.476	0.571	0.079	6.433	1.052	0.0000	0.000
2	1	1.5	0.766	0	0	2.681	1	1.952	0.00	10.93	0.500	5.96	5.957	0.952	1.428	1.713	0.079	7.385	0.635	0.0000	0.000
3	1	2.5	0.931	0.506	0.101	2.672	1	1.866	0.00	6.56	0.500	5.96	5.957	0.866	2.337	2.804	0.079	8.294	0.471	0.1275	0.127
4	1	3.5	0.931	0.506	0.101	2.672	1	1.866	0.00	4.69	0.500	5.96	5.957	0.866	3.203	3.843	0.079	9.160	0.377	0.1029	0.230
5	1	4.5	0.978	0.534	0.107	2.666	1	1.842	0.00	3.64	0.500	5.96	5.957	0.842	4.057	4.868	0.079	10.014	0.313	0.0888	0.319
6	1	5.5	0.978	0.534	0.107	2.666	1	1.842	0.00	2.98	0.499	5.96	5.945	0.842	4.899	5.879	0.079	10.844	0.266	0.0760	0.395
7	1	6.5	1.258	0.673	0.135	2.601	1	1.709	0.00	2.52	0.489	5.96	5.826	0.709	5.675	6.809	0.079	11.501	0.228	0.0726	0.468
8	1	7.5	1.258	0.673	0.135	2.601	1	1.709	0.00	2.19	0.482	5.96	5.743	0.709	6.384	7.660	0.079	12.126	0.199	0.0642	0.532
9	1	8.5	1.184	0.599	0.120	2.642	1	1.752	0.00	1.93	0.478	5.96	5.695	0.752	7.114	8.537	0.079	12.809	0.176	0.0526	0.585

BAB V KESIMPULAN

Dari perhitungan perencanaan yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

5.1. Besarnya H initial dan H final Untuk Setiap STA

Tabel 5.1 Besarnya H *initial* dan H *final*

STA	H Final yang diharapkan (m)		H initial (m)	
	Sisi Kiri Timbunan	Sisi Kanan Timbunan	Sisi Kiri Timbunan	Sisi Kanan Timbunan
37+325	1.700	2.304	2.285	2.889
37+350	1.707	2.427	2.309	3.032
37+375	2.190	2.792	2.841	3.455
37+400	3.448	4.088	4.253	4.939
37+425	4.322	4.922	5.213	5.879
37+450	4.822	5.492	5.767	6.515
37+475	5.359	5.959	6.346	7.032
37+500	6.300	6.900	7.365	8.062
37+525	5.823	6.423	6.850	7.542
37+550	6.187	6.787	7.243	7.939
37+575	7.026	7.746	8.156	8.976

5.2 Besarnya Pemampatan (*Settlement*) dan Waktu Pemampatan Pada Masing-masing STA

Tabel 5.2.1 Besarnya penurunan setiap STA

STA	Sc (m)
37+325	0.585
37+350	0.602
37+375	0.651
37+400	0.805

94.

37+425	0.891
37+450	0.945
37+475	0.987
37+500	1.065
37+525	1.027
37+550	1.056
37+575	1.130

Tabel 5.2.2 Besarnya waktu penurunan tanpa PVD

Cv Gab (cm^2/dt)	Cv Gab (m^2/dt)	T	t (detik)	t (tahun)
0.000833	0.000000083	0.403	1935206598	62.21729

5.3 Hasil Dari Perencanaan PVD

Tabel 5.3 Hasil Dari Perencanaan PVD

STA	Kedalaman PVD (m)	Rate of Settlement (cm/th)	a PVD (m)	b PVD (m)	s (m)	D (m)	Uh (%)	Waktu pemampatan dengan PVD (t = Minggu)
37+325	7	1.17	0.10	0.005	1.00	1.05	80	6.94
37+350	7	1.21	0.10	0.005	1.00	1.05	80	6.94
37+375	7	1.33	0.10	0.005	1.00	1.05	80	6.94
37+400	8	0.78	0.10	0.005	1.00	1.05	80	6.91
37+425	8	0.89	0.10	0.005	1.00	1.05	80	6.91
37+450	8	0.95	0.10	0.005	1.00	1.05	80	6.91
37+475	8	1.00	0.10	0.005	1.00	1.05	80	6.91
37+500	8	1.10	0.10	0.005	1.00	1.05	80	6.91
37+525	8	1.05	0.10	0.005	1.00	1.05	80	6.91
37+550	8	1.09	0.10	0.005	1.00	1.05	80	6.91
37+575	8	1.18	0.10	0.005	1.00	1.05	80	6.91

5.4 Hasil Perencanaan Dinding Penahan Turap Kantilever

Tabel 5.4 Hasil Dari Perencanaan Dinding Turap Kantilever

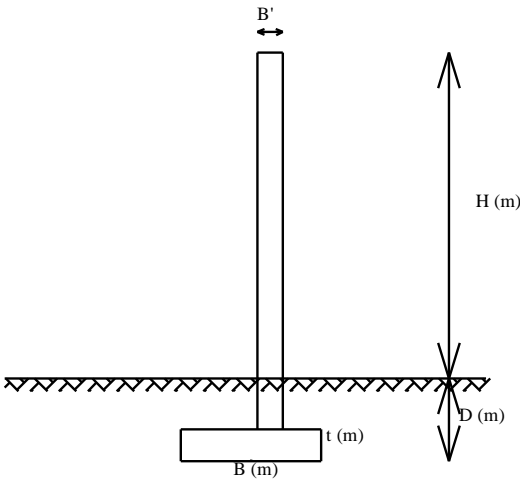
STA	Profil turap yang digunakan	L turap sisi kanan timbunan					L turap sisi kiri timbunan				
		H (m)	D (m)	L (m)	D pakai (m)	L pakai (m)	H (m)	D (m)	L (m)	D pakai (m)	L pakai (m)
STA 37+400	W-500-A-1000	4,088	4	8	8	12	3,448	4	8	8,6	12
STA 37+425	W-500-A-1000	4,922	5	10	7,2	12	4,322	7,7	9	7,7	12
STA 37+450	W-500-A-1000	5,492	5,4	11	6,5	12	4,822	5,4	10	7,2	12
STA 37+475	W-500-A-1000	5,959	5,8	12	5,8	12	5,359	5,8	11	5,8	12
STA 37+500	W-500-A-1000	6,90	7	14	7	14	6,30	7	13	7	13
STA 37+525	W-500-A-1000	6,423	6,2	13	6,2	13	5,823	6,2	12	6,2	12
STA 37+550	W-500-A-1000	6,787	7	14	7	14	6,187	7	13	7	13
STA 37+575	W-500-A-1000	7,746	8	16	8	16	7,026	8	15	8	15

5.5 Hasil Perencanaan Geotextile

Tabel 5.5 Hasil Dari Perencanaan Geotextile

STA	Sisi kanan timbunan					Sisi kiri timbunan				
	Sv1 (m)	Sv2 (m)	Jumlah Sv 1	Jumlah Sv2	L total (m)	Sv1 (m)	Sv2 (m)	Jumlah Sv 1	Jumlah Sv2	L total (m)
37+325	0.5	-	3	-	5	0.5	-	3	-	5
37+350	0.5	-	3	-	5	0.5	-	3	-	5
37+375	0.5	-	4	-	5	0.5	-	3	-	5
37+400	0.5	-	7	-	6	0.5	-	5	-	5
37+425	0.4	0.8	8	1	6	0.4	0.8	7	1	6
37+450	0.4	0.8	10	1	7	0.4	0.8	8	1	6
37+475	0.4	0.8	11	1	7	0.4	0.8	9	1	7
37+500	0.4	0.8	13	1	8	0.4	0.8	11	1	7
37+525	0.4	0.8	13	1	7	0.4	0.8	11	1	7
37+550	0.4	0.8	13	1	7	0.4	0.8	11	1	7
37+575	0.4	0.8	15	1	8	0.4	0.8	13	1	8

5.6 Hasil Perencanaan Dinding Penahan Tanah Beton Kantilever



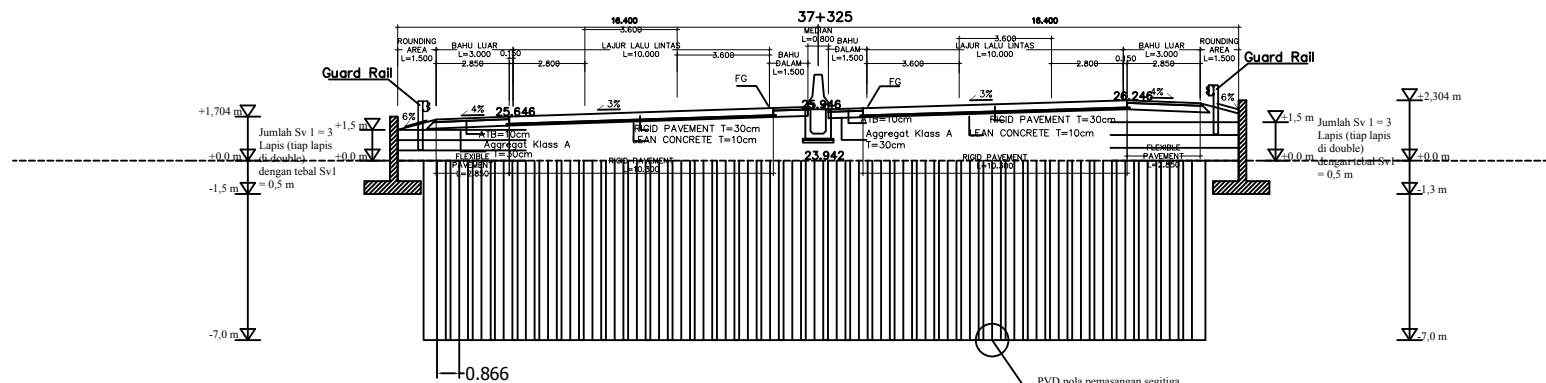
Gambar 5.1 Dimensi dinding turap konvensional

Tabel 5.6 Hasil perencanaan dinding penahan tanah beton kantilever

STA	Profil dinding beton kantilever				
	B (m)	B' (m)	D (m)	t (m)	H (m)
STA 37+325	2,23	0,30	1,3	0,5	2,304
STA 37+350	2,23	0,30	1,3	0,5	2,427
STA 37+375	2,23	0,30	1,3	0,5	2,792

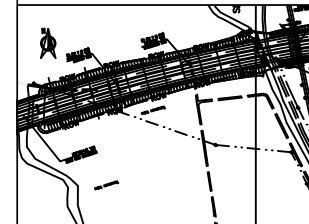
DAFTAR PUSTAKA

- Das, B.M, Mekanika Tanah jilid II, Surabaya, 1988
- Nakazawa, Kazuto, Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, Jakarta, 2005
- Untung, Djoko. 2009. **Handout Kuliah Metode Perbaikan Tanah**. Surabaya. Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.
- Endah, Noor. 2009. **Handout Kuliah Mekanika tanah 1**. Surabaya. Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.
- Mochtar, Indrasurya B. 2000. Teknologi Perbaikan dan Alternatif Perencanaan Pada Tanah Bermasalah (Problematic Soil). Surabaya. Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.



Cross section 37+325
Skala 1 : 100

KEY PLAN :



LEGENDA :

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

PROYEK JALAN TOL
SURABAYA - MOJOKERTO
(SEKSI IV)

GAMBAR RANCANA

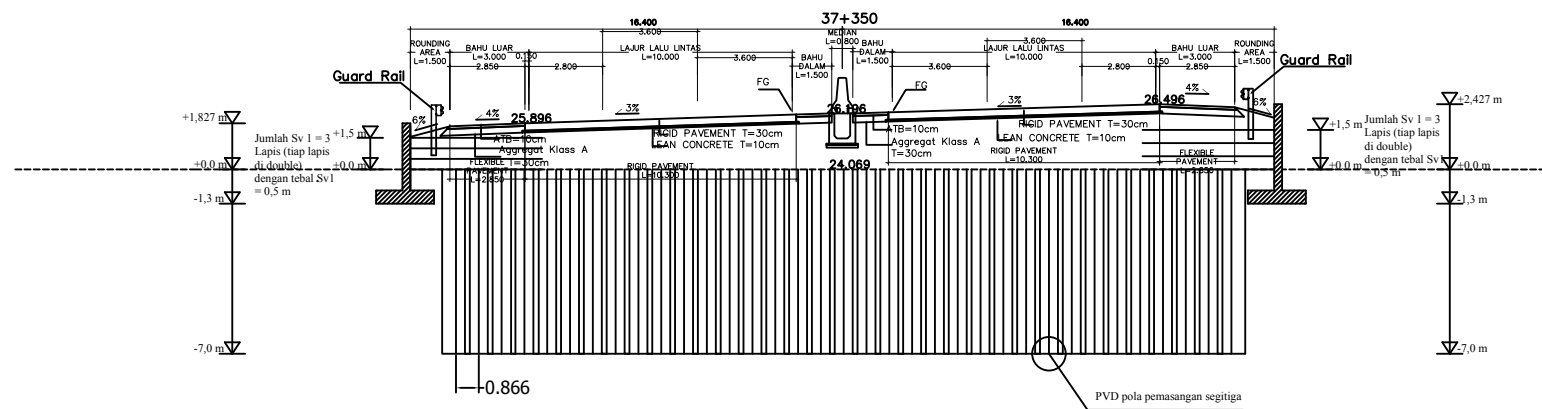
JUDUL GAMBAR :

PEMILIK PROYEK :

KONSULTANT SUPERVISI :

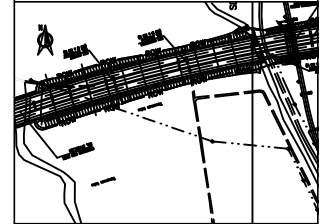
KONTRAKTOR :

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR			
DIAJUKAN			
DIPERIKSA OLEH KONSULTANT :			
DISETUJUI OLEH			
NO. GAMBAR	SKALA :		
REV. GAMBAR	HAL :		



Cross section 37+350
Skala 1 : 100

KEY PLAN :



LEGENDA :

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

PROYEK JALAN TOL
SURABAYA - MOJOKERTO
(SEKSI IV)

GAMBAR RANCANA

JUDUL GAMBAR :

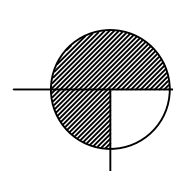
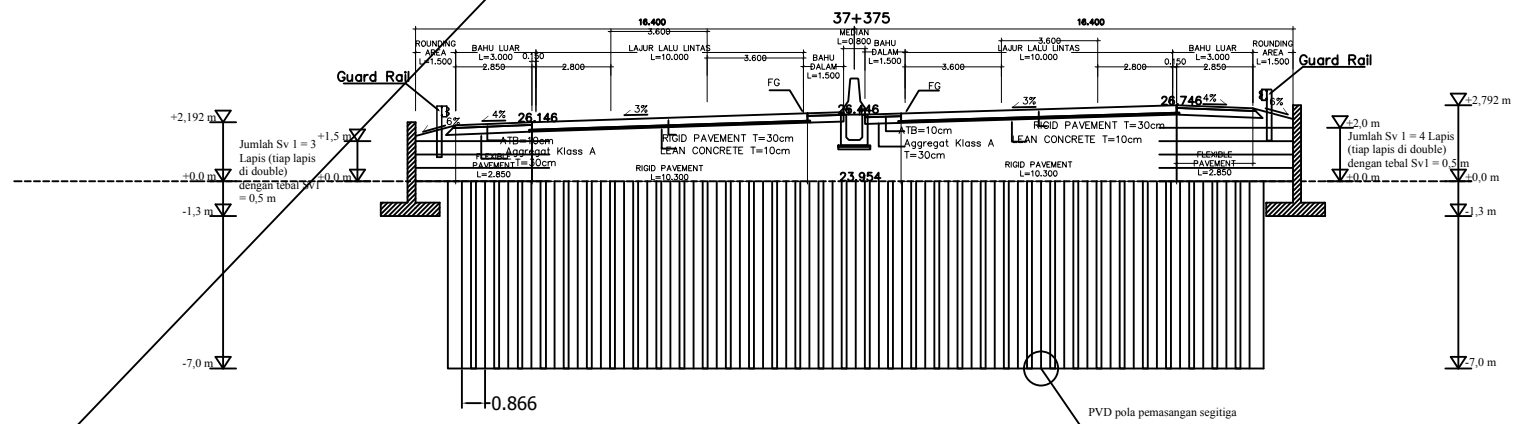
**CROSS SECTION
STA 37+350**

PEMILIK PROYEK :

KONSULTANT SUPERVISI :

KONTRAKTOR :

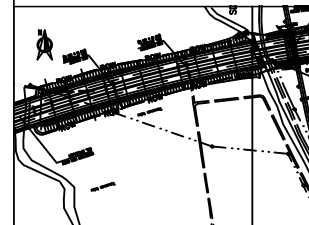
	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR			
DIAJUKAN			
DIPERIKSA OLEH KONSULTANT :			
DISETUJUI OLEH			
NO. GAMBAR:	SKALA :		
REV. GAMBAR	HAL :		



Cross section 37+375

Skala 1 : 100

KEY PLAN :



LEGENDA :



REV. KETERANGAN TANGGAL CEK

NAMA PROYEK :

PROYEK JALAN TOL
SURABAYA - MOJOKERTO
(SEKSI IV)

GAMBAR RANCANA

JUDUL GAMBAR :

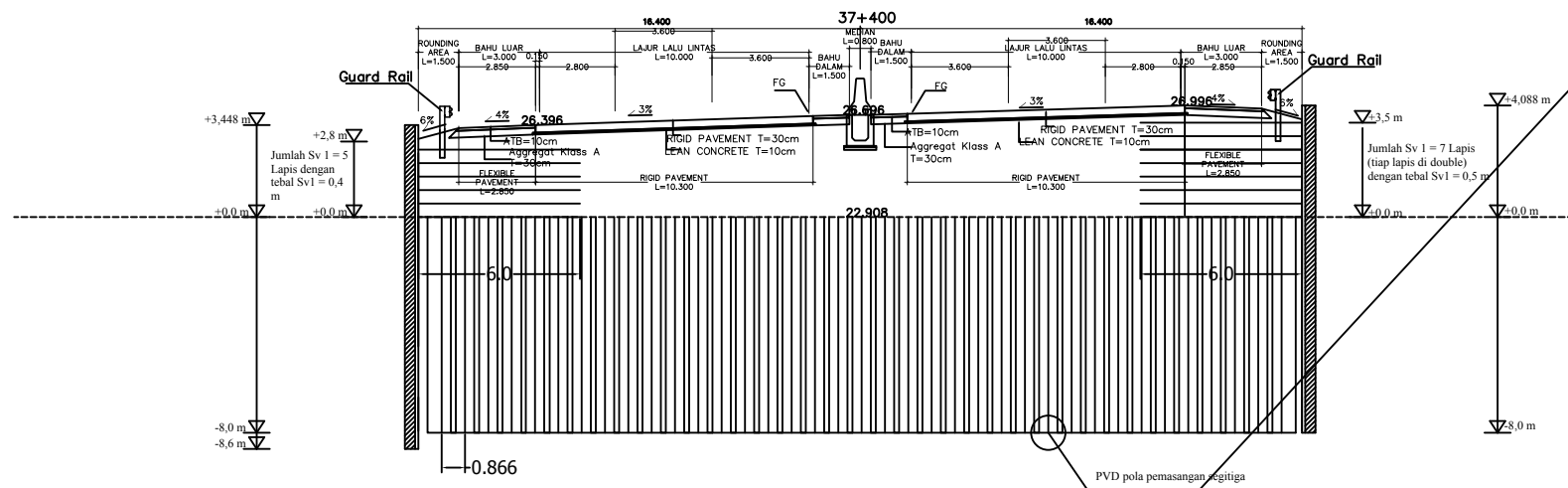
CROSS SECTION
STA 37+375

PEMILIK PROYEK :

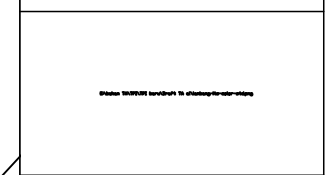
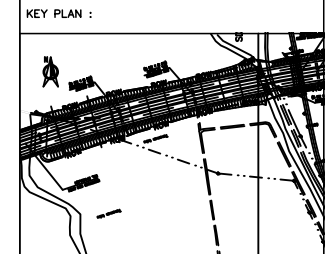
KONSULTANT SUPERVISI :

KONTRAKTOR :

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR			
DIAJUKAN			
DIPERIKSA OLEH KONSULTANT :			
DISETUJUI OLEH			
NO. GAMBAR:	SKALA :		
REV. GAMBAR	HAL :		




 Cross section 37+400
 Skala 1 : 100



REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :
**PROYEK JALAN TOL
 SURABAYA - MOJOKERTO
 (SEKSI IV)**

GAMBAR RANCANA

JUDUL GAMBAR :

**CROSS SECTION
 STA 37+400**

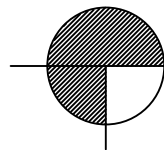
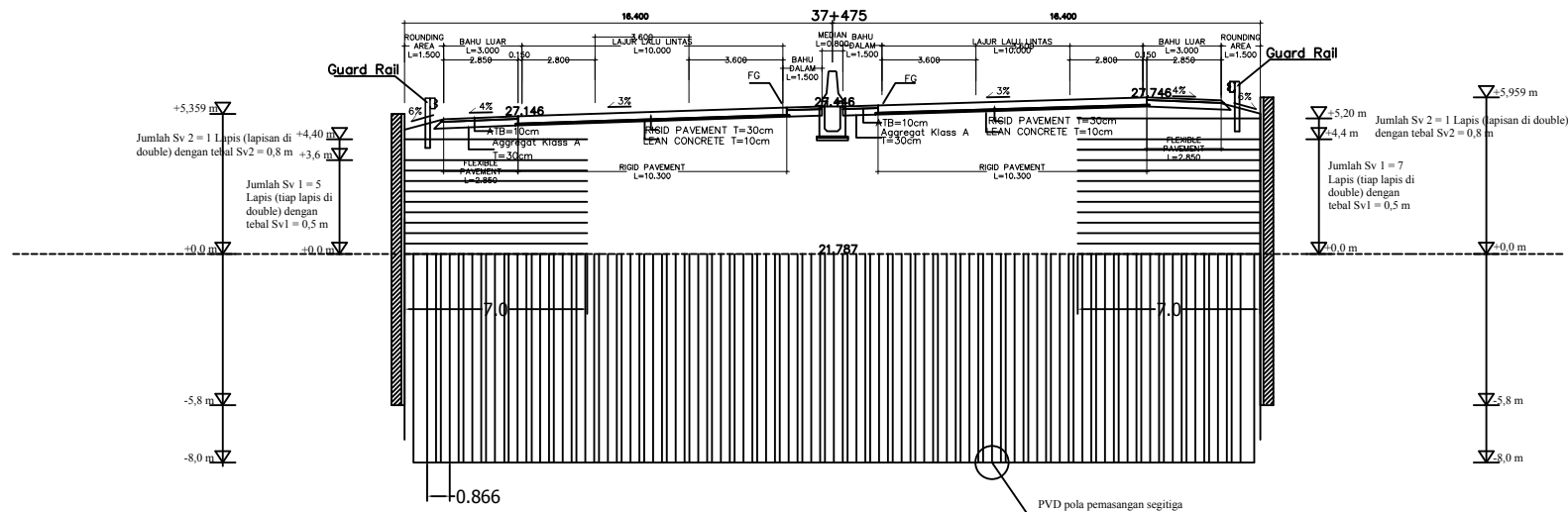
PEMILIK PROYEK :

KONSULTANT SUPERVISI :

KONTRAKTOR :



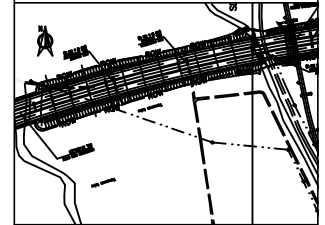
Erstellen Sie einen Entwurf für ein Informations- oder Werbeposter.



Cross section 37+475

Skala 1 : 100

KEY PLAN :



LEGENDA :

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK
------	------------	---------	-----

NAMA PROYEK :

PROYEK JALAN TOL
SURABAYA - MOJOKERTO
(SEKSI IV)

GAMBAR RANCANA

JUDUL GAMBAR :

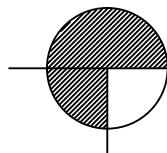
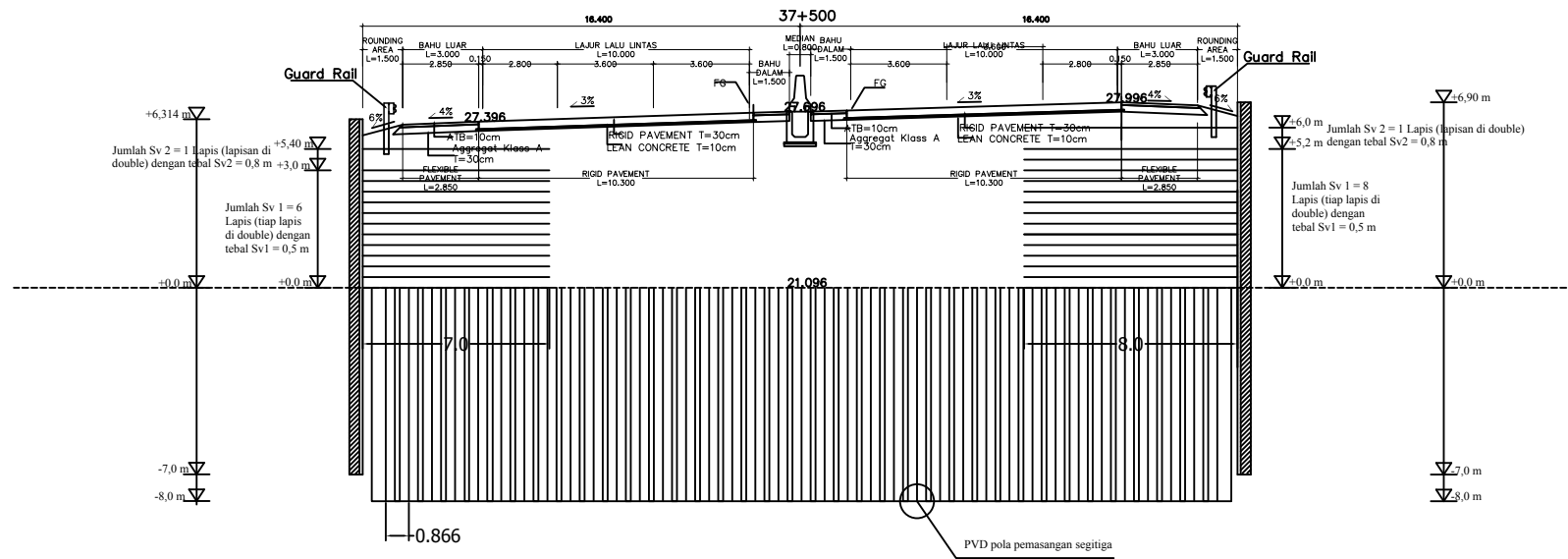
**CROSS SECTION
STA 37+475**

PEMILIK PROYEK :

KONSULTANT SUPERVISI :

KONTRAKTOR :

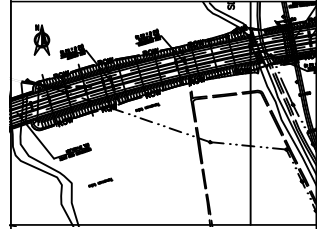
	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR			
DIAJUKAN			
DIPERIKSA OLEH KONSULTANT :			
DISETUJUI OLEH			
NO. GAMBAR:	SKALA :		
REV. GAMBAR	HAL :		



Cross section 37+500

Skala 1 : 100

KEY PLAN :



LEGENDA :

---	---	---
---	---	---
---	---	---
---	---	---
---	---	---
---	---	---

REV. KETERANGAN TANGGAL CEK

NAMA PROYEK :
PROYEK JALAN TOL
SURABAYA - MOJOKERTO
(SEKSI IV)

GAMBAR RANCANA

JUDUL GAMBAR :

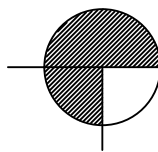
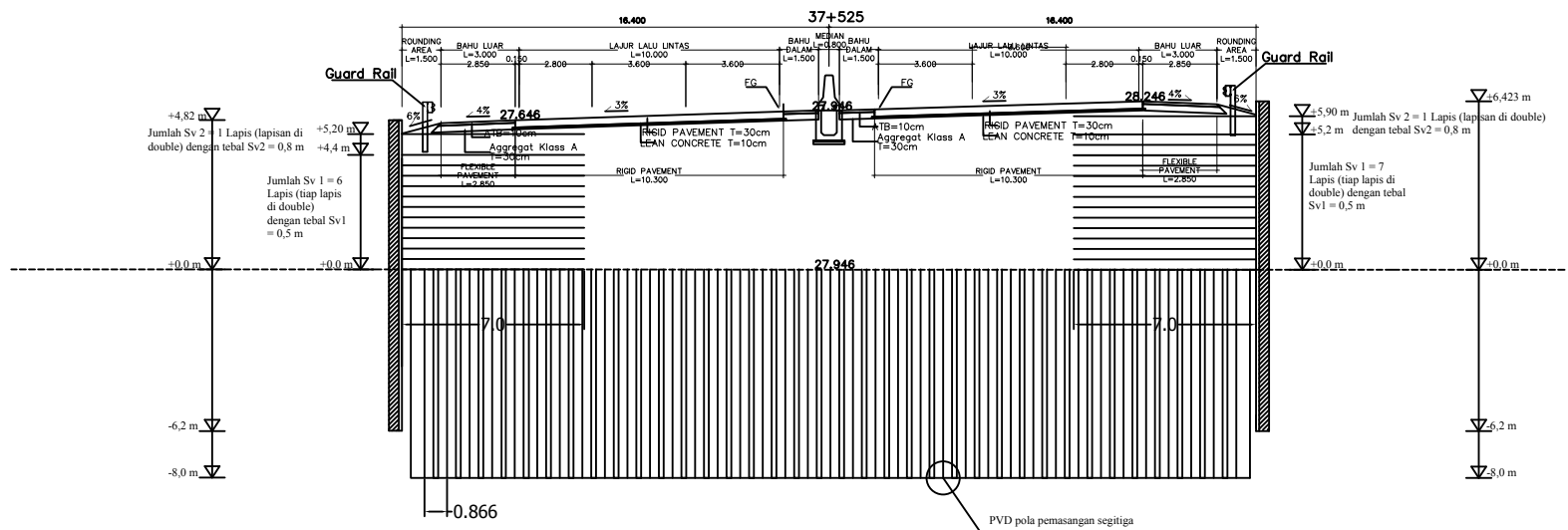
CROSS SECTION
STA 37+500

PEMILIK PROYEK :

KONSULTANT SUPERVISI :

KONTRAKTOR :

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR			
DIAJUKAN			
DIPERIKSA OLEH KONSULTANT :			
DISETUJUI OLEH			
NO. GAMBAR:	SKALA :		
REV. GAMBAR	HAL :		



Cross section 37+525

Skala 1 : 100

KEY PLAN :

LEGENDA :

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :
**PROYEK JALAN TOL
 SURABAYA - MOJOKERTO
 (SEKSI IV)**

GAMBAR RANCANA

JUDUL GAMBAR :
**CROSS SECTION
 STA 37+525**

PEMILIK PROYEK :

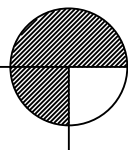
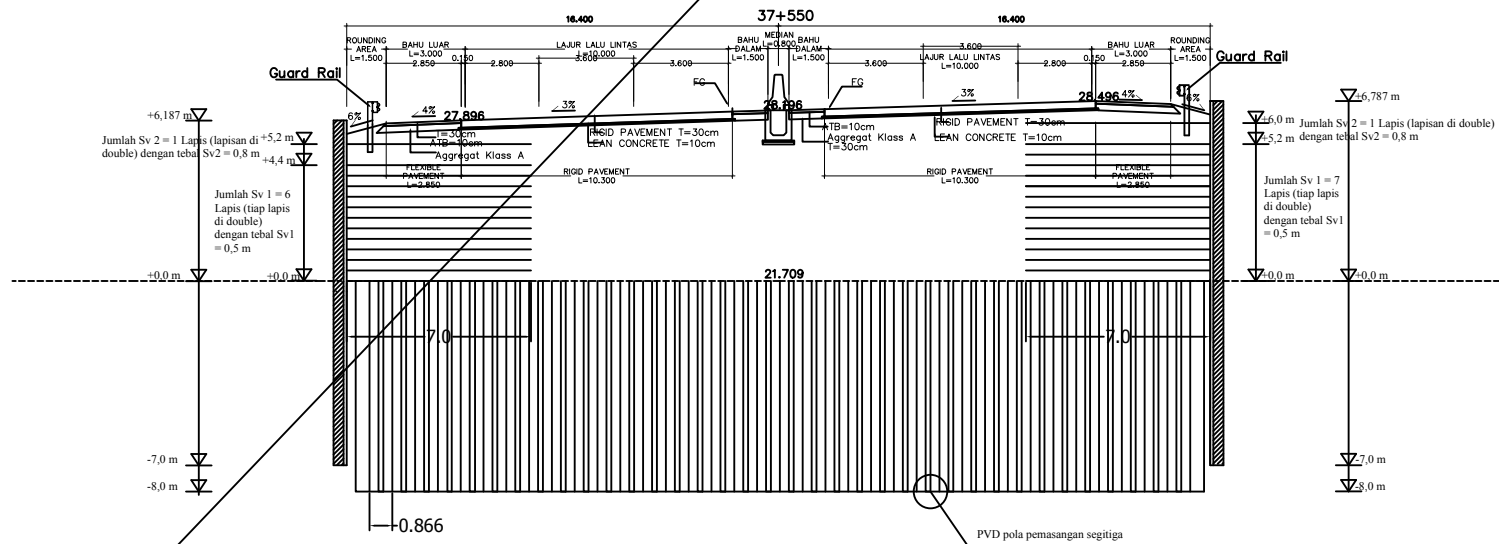
KONSULTANT SUPERVISI :

KONTRAKTOR :

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR			
DIAJUKAN			
DIPERIKSA OLEH KONSULTANT :			
DISETUJUI OLEH			

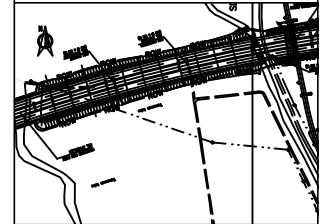
NO. GAMBAR :
 REV. GAMBAR :

SKALA :
 HAL :



Cross section STA 37+550
Skala 1 : 100

KEY PLAN :



LEGENDA :

---	Aspal
---	Gravel
---	Concrete
---	Earth
---	Water
---	Guard Rail

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK
------	------------	---------	-----

NAMA PROYEK :
**PROYEK JALAN TOL
SURABAYA - MOJOKERTO
(SEKSI IV)**

GAMBAR RANCANA

JUDUL GAMBAR :

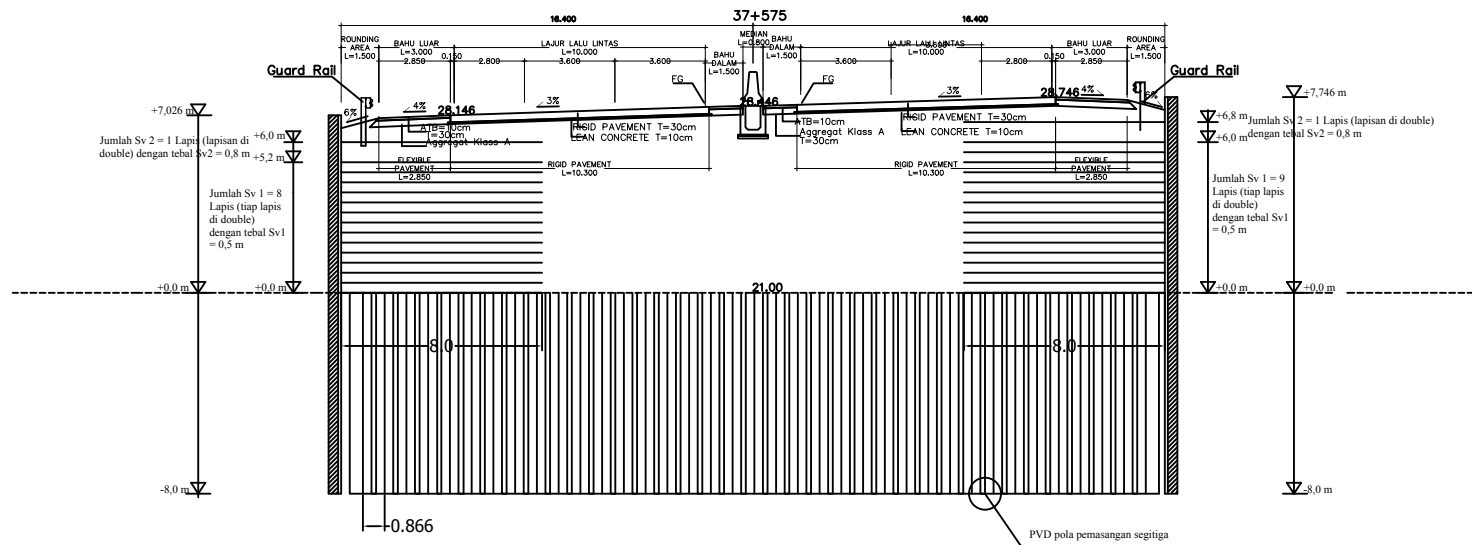
CROSS SECTION STA 37+550

PEMILIK PROYEK :

KONSULTANT SUPERVISI :

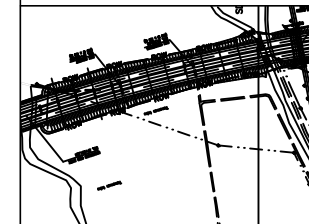
KONTRAKTOR :

	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR			
DIAJUKAN			
DIPERIKSA OLEH KONSULTANT :			
DISETJUI OLEH			
NO. GAMBAR :	SKALA :		
REV. GAMBAR	HAL :		



 Cross section STA 37+575
Skala 1 : 100

KEY PLAN :



LEGENDA :

---	---	---	---
---	---	---	---
---	---	---	---
---	---	---	---
---	---	---	---
---	---	---	---

REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK
------	------------	---------	-----

NAMA PROYEK :

PROYEK JALAN TOL
SURABAYA - MOJOKERTO
(SEKSI IV)

GAMBAR RANCANA

JUDUL GAMBAR :

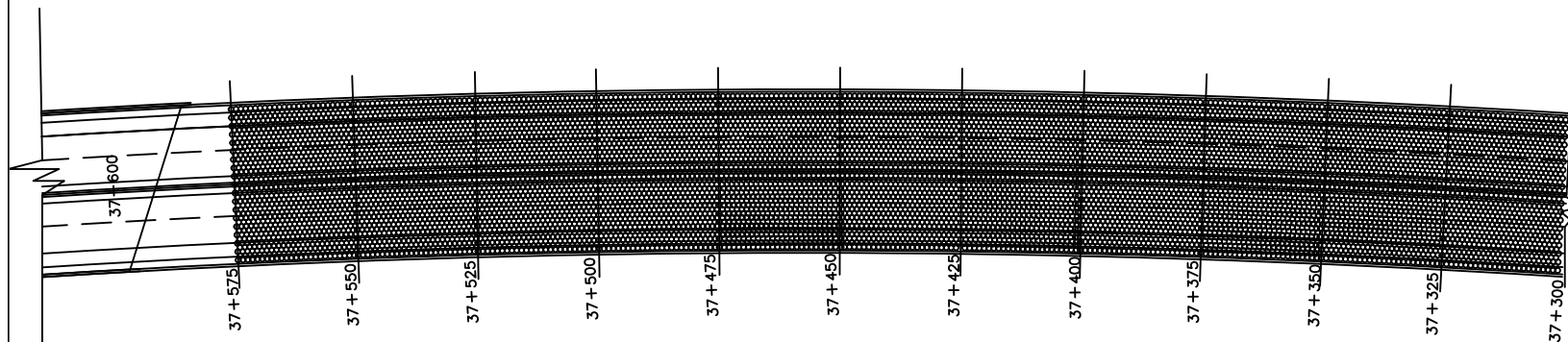
CROSS SECTION STA 37+575

PEMILIK PROYEK :

KONSULTANT SUPERVISI :

KONTRAKTOR :

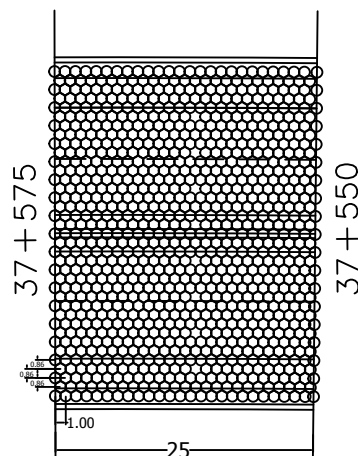
	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR			
DIAJUKAN			
DIPERIKSA OLEH KONSULTANT :			
DISETUIJI OLEH			
NO. GAMBAR:	SKALA :		
REV. GAMBAR	HAL :		



**Denah pemasangan PVD pola segitiga pada
STA 37+575-37+300**



Skala 1 : 100

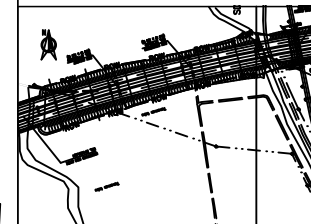


**Detail denah pemasangan
PVD pola segitiga pada
STA 37+575-550**



Skala 1 : 50

KEY PLAN :



CATATAN :

LEGENDA :



REV.	KETERANGAN	TANGGAL	CEK

NAMA PROYEK :

**PROYEK JALAN TOL
SURABAYA - MOJOKERTO
(SEKSI IV)**

SHOP DRAWING

JUDUL GAMBAR :

**Denah
Pemasangan
PVD**

PEMILIK PROYEK :

KONSULTANT SUPERVISI :

KONTRAKTOR :



	NAMA	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	Randy Kumara B.		
DIAJUKAN	Wahyu P. ST. MIA.		
DIPERIKSA OLEH KONSULTANT	Ir. B.E. Kuntjoro		
DISETJAJI OLEH PT. WANA	Ir. Irawanayah RM MM		
NO. GAMBAR	SD/SUMO/SLV	SKALA :	
REV. GAMBAR		HAL :	

Alwis Fachraz

Email : alfa_1507@rocketmail.com

Kontak : 081553171713



Penulis dilahirkan di Surabaya, 15 Juli 1989, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Al-Mutaqien, SDN Tenggulunan, SMPN 1 Tambun Selatan, SMAN 3 Tambun Selatan. Setelah lulus dari SMAN 3 Tambun Selatan penulis

mengikuti ujian masuk Diploma III ITS dan di terima di jurusan D.III Teknik Sipil ITS tahun 2007 Setelah lulus DIII Teknik Sipil ITS tahun 2010, penulis melanjutkan studi di jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember tahun 2011 melalui program lintas jalur dan terdaftar dengan NRP. 3111.105.020. Di jurusan teknik sipil ITS penulis mengambil bidang studi Geoteknik. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan seminar yang diadakan oleh jurusan dan beberapa pelatihan – pelatihan di ITS salah satu pelatihan yang diikuti adalah Basic Petroleum Training.